This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Presented by
Dr. J. S. Billings,
to the
New York Public Library

2

Dr. John S. Billings,
U. S. Army.

PRÉCIS

D'HYGIÈNE PUBLIQUE

ET

PRIVÉE

Liége. — Imprimerie A. Faust, rue Sœurs-de-Hasque, 7

PRÉCIS
D'HYGIÈNE PUBLIQUE
ET
PRIVÉE

PAR LE Dr AUG. GÄRTNER
Professeur d'hygiène et Directeur de l'Institut d'hygiène à l'Université d'Iéna

TRADUIT ET ANNOTÉ

PAR

A. VANDERSTRAETEN
DOCTEUR
A BRUXELLES

H. HANQUET
DOCTEUR
A VILVORDE

Avec 106 figures dans le texte

BRUXELLES
H. LAMERTIN, ÉDITEUR
20, RUE DU MARCHÉ-AUX-BOIS, 20

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1895

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
240950
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
1901

Préface de l'Auteur.

Dans ces dernières années, nous avons vu paraître une série de grands ouvrages d'hygiène. Mais ce qui faisait défaut jusqu'à présent, c'est un manuel concis, qui permît à l'étudiant et au médecin praticien de s'initier sans perte de temps aux questions qui se rapportent à cette branche de la médecine.

Le manuel que je publie aujourd'hui est issu des leçons que je professe à l'Université. C'est pour cette raison, ainsi qu'à cause de la destination du livre, que je me suis borné à traiter dans leurs grandes lignes les points les plus importants du vaste domaine de l'hygiène. J'ai considéré comme une chose très importante de donner pour chaque sujet, à côté des considérations théoriques, un développement convenable au côté pratique, car l'hygiène est une science essentiellement pratique qui trouve ses applications immédiates dans les choses de la vie.

Ce livre devant principalement servir d'introduction à l'étude approfondie de l'hygiène, il fallait, dans une certaine mesure, recourir à l'intuition, d'autant plus que l'étude de l'hygiène s'étend sur des terrains qui sont en partie étrangers à la médecine; c'est ce qui explique le nombre élevé des figures que nous avons introduites dans le texte.

Il nous a paru utile de signaler brièvement aux endroits voulus les prescriptions légales, d'abord parce qu'on y trouve indiquées d'une manière succincte les exigences indispensables de l'hygiène, et, chose importante, les exigences réalisables,

ainsi que les mesures réellement pratiques; ensuite parce que le médecin doit connaître les dispositions légales, afin qu'en cas de nécessité il puisse s'y conformer dans les propositions qu'il veut faire ainsi que dans ses actes.

Nous avons traité d'une manière détaillée le chapitre des maladies infectieuses, parce que leur étiologie et leur prophylaxie sont du plus haut intérêt pour le médecin.

Tenant compte du courant actuel des idées, nous avons exposé avec assez de détails les institutions destinées à améliorer le sort de l'ouvrier. La législation du travail, qui est surtout l'œuvre de ces dernières années, a été exposée dans ses lignes fondamentales, afin de servir de base et de stimulant pour des études ultérieures. La connaissance des lois concernant le travail est indispensable au jeune médecin qui y trouve du reste des mesures hygiéniques de premier ordre; elle fait partie du programme des études médicales et elle a sa place la mieux indiquée dans un traité d'hygiène.

Puisse ce livre remplir le but que nous lui avons assigné, c'est-à-dire servir d'introduction à l'étude de l'hygiène.

Jena, mars 1892.

GÄRTNER.

Avant-propos des Traducteurs.

Le « guide » d'hygiène (Leitfaden der Hygiene) du professeur GÄRTNER *que nous présentons au public médical de langue française, a reçu en Allemagne un accueil des plus favorables. Plusieurs hygiénistes français ont également signalé la valeur de cet ouvrage dans diverses publications périodiques. Le professeur* ARNOULD, *notamment, en a fait dans la* REVUE D'HYGIÈNE *une critique très complète et très élogieuse qu'il termine par ces mots : « Il serait à désirer qu'un travail aussi court et aussi nourri existât dans notre langue, avec la teinte qui conviendrait, et qu'il ne serait pas difficile d'obtenir. »*

L'ouvrage du professeur GÄRTNER *est, en effet, des plus remarquable tout à la fois par la méthode, par la précision et par le caractère rigoureusement scientifique et pratique de son exposé. Il constitue un résumé excellent d'hygiène basé sur les découvertes les plus récentes de la science. Se maintenant toujours sur le terrain de la pratique et de l'observation, évitant des digressions ou de longues considérations théoriques souvent trop spéciales ou d'un caractère peu scientifique, comme on en rencontre dans maint ouvrage d'hygiène, l'auteur a pu condenser dans un petit volume une somme considérable de connaissances. Le lecteur y trouve un exposé complet des notions fondamentales de l'hygiène présenté par un savant qui connaît les exigences et les difficultés de l'enseignement.*

Nous nous sommes efforcés de conserver à notre traduction tout le degré de concision de l'ouvrage allemand, sans nuire à la clarté du texte français. Cette préoccupation n'a pas été sans rendre souvent très laborieuse la modeste tâche que nous nous étions imposée. Dans le but d'arriver à la clarté nécessaire, et pour essayer de donner « la teinte qui conviendrait » à un ouvrage français, nous avons été amenés à y ajouter quelques notes très succinctes, qui n'enlèvent rien du reste à l'originalité de ce remarquable traité.

Bruxelles, 1er septembre 1894.

Dr VANDERSTRAETEN,
Dr HANQUET.

Table analytique des Matières.

De l'atmosphère.

Pages.

I. Des éléments constitutifs de l'air 1
Azote. — Oxygène et azote. — Acide carbonique. — Ammoniaque, acide nitreux et acide nitrique. — Substances organiques. — Eau. — Poussières atmosphériques y compris les micro-organismes.

II. Des propriétés physiques de l'air atmosphérique 12
Température. — Pression atmosphérique. — Vents.

III. Des influences hygiéniques des éléments constitutifs de l'air . . . 18
Oxygène et ozone. — Acide carbonique et substances organiques. — Humidité de l'air. — Poussières atmosphériques.

IV. Effets hygiéniques de la pression atmosphérique 25
Pression atmosphérique diminuée. — Pression atmosphérique augmentée.

V. Des influences hygiéniques de la température 27
A. Régulation de la température interne 27
B. Vêtements : structure des tissus. — Protection contre la chaleur extérieure. — Protection contre les refroidissements. — Autres propriétés des vêtements. — Soins à donner à la peau.
C. Des températures excessives et des variations de la température. 43
Basses températures. — Températures élevées. — Variations de la température.

VI. De l'influence du temps et du climat 47
A. Le temps 47
B. Le climat 49
Climat maritime continental et d'altitude. — Climat polaire. — La zone tempérée. — Le climat des tropiques.
C. Acclimatement 52

De l'eau.

I. Des qualités de l'eau de boisson et de l'eau destinée aux usages domestiques. 55
A. Substances toxiques et germes de maladies dans l'eau 55
Poisons. — Germes de maladies.
B. Possibilité de contamination des eaux par des poisons ou par des principes infectieux 59
Conditions locales. — Examen bactériologique et microscopique. — Analyse chimique.
C. Qualités qui rendent une eau appétissante et d'un usage agréable. 64
D. Quantité d'eau nécessaire et évaluation du rendement des sources d'approvisionnement. 65

II. Des méthodes d'examen de l'eau 66
A. Examen physique et chimique 66
Température. — Odeur et saveur. — Coloration et limpidité. — Résidu. — Acide nitrique. — Acide nitreux. — Ammoniaque. — Chlore. — Dureté. — Matières organiques.
B. Examen bactériologique et microscopique. 70
III. Provenance de l'eau. 71
A. Eau de pluie 71
B. Eau souterraine 72
Eau de source et eau souterraine superficielle. — Eau des puits profonds.
C. Eau des rivières et des ruisseaux 75
D. Eau des lacs 76
IV. De l'approvisionnement de l'eau 76
A. Approvisionnement d'eau de pluie 76
B. " " source. 78
C. " " puits 78
Approvisionnement local. — Approvisionnement central.
D. Approvisionnement d'eau de lacs. 82
E. " " ruisseaux et de rivières 83
a) Filtration 83
Filtration centrale. — Filtration à domicile.
b) Adduction de l'eau de consommation 88
F. Approvisionnement d'eau distillée 89
V. Considérations générales sur les expertises d'eaux 90

Du sol.

I. Des processus de décomposition dans le sol 92
II. De la structure mécanique du sol 95
III. De la chaleur, de l'humidité et de l'air du sol 97
A. Température du sol. 97
B. Humidité du sol 98
Teneur en eau des couches supérieures du sol. — Eau souterraine.
C. Air du sol 103
IV. Des bactéries pathogènes du sol et des « maladies telluriques » . . 104
Malaria. — Œdème malin. — Tétanos et trismus. — Choléra et typhus.
V. Des mesures préventives contre l'action nocive du sol 110

De l'alimentation et des aliments.

I. De l'alimentation. 113
A. Généralités. 113
B. Principes alimentaires en particulier 114
L'albumine. — La graisse. — Les hydrocarbures. — Les sels. — L'eau.
C. Action des substances alimentaires 116
D. Besoins alimentaires 119
E. Digestibilité et résorption 121

F Régime 123
Sa composition. — Action de la préparation sur les aliments. — Vaisselle et ustensiles de cuisine. — Excitants dans l'alimentation. — Alimentation des masses.

II. Des aliments en particulier 128
A. La viande 128
Qualités et modes de préparation de la viande. — Conserves de viande. — Dangers provenant de l'usage de la viande. — Intoxications. — Inspection des viandes. — Abattoirs.
B. Œufs 142
C. Lait 142
Composition du lait. — Dangers pouvant provenir de l'usage du lait : acidification, poisons dans le lait, bactéries pathogènes. — Protection contre les dangers provenant de l'usage du lait : surveillance par un vétérinaire des animaux qui le fournissent, surveillance par la police des laiteries, contrôle du lait mis en vente, falsifications, stérilisation, conserves de lait.
D. Le beurre et le beurre artificiel 154
E. Les fromages 156
Aliments de provenance végétale :
F. Le pain 157
G. Les légumineuses 161
H. Les légumes 162
Les excitants et les condiments :
J. Les condiments 165
K. Les excitants à base d'alcaloïde 165
Le café. — Le thé. — Le cacao. — Le thé du Paraguay. — Le coca. — Le bétel. — Le tabac.
L. Les excitants alcooliques 168
L'eau-de-vie. — Le vin. — La bière. — Action des boissons alcooliques

III. Dispositions légales 172

Des habitations et des agglomérations urbaines.

I. Des habitations 174
A. Conditions de salubrité 174
B. Emplacement et sol des habitations 176
C. Construction des habitations 177
Fondations et caves. — Murs. — Plafonds et planchers. — Toits et combles. — Chambres du rez-de-chaussée et des étages. — Caves et sous-sol.
D. Habitations à la campagne 183
E. Habitations dans les régions polaire et tropicale 184

II. Agglomérations urbaines 187
A. Conditions de salubrité 187
Accès de l'air, de la chaleur solaire, de la lumière. — Eloignement des causes des maladies infectieuses.

III. Règlement sur les bâtisses 194

Température des habitations.

I. De la protection contre la chaleur. 197
II. De la protection contre le froid 198
A. Chaleur nécessaire et matériaux de chauffage 198
B. Qualités d'un bon système de chauffage 201
C. Des différents genres de chauffage 204
Chauffage local. — Chauffage central : chauffage par l'eau, chauffage par la vapeur d'eau, chauffage par l'air.

De la ventilation.

I. Modification de l'air des habitations par le séjour de l'homme et rôle de la ventilation 221
II. Quantité d'air neuf et espace cubique nécessaires 222
III. Etablissement de la ventilation. 223
A. Ouvertures et tuyaux. 223
B. Causes déterminantes de la ventilation. 226
Différence de pression produite par l'inégalité de température, — par le mouvement de l'air.
IV. Ventilation d'été et ventilation d'hiver, — fonctionnement de la ventilation 233

Éclairage.

I. De l'action de la lumière 236
II. De l'éclairage des maisons par la lumière du jour 237
III. De l'éclairage artificiel des habitations 240
A. Sources d'éclairage. 240
B. Qualités de l'éclairage artificiel 241
C. Dangers propres à certains genres d'éclairage 246

De l'éloignement des immondices.

I. Composition des immondices 249
II. Les immondices considérées au point de vue de l'hygiène 250
Moyen de propagation pour les maladies infectieuses. — Action toxique. — Souillure de l'air et du sol. — Entraînement à la malpropreté.
III. Amoncellement et éloignement des immondices. 254
A. Le système de canalisation de flottaison 255
Disposition des canaux. — Eloignement définitif des eaux d'égout. — Déversement du contenu des égouts dans les rivières. — La filtration à travers le sol, l'irrigation. — La clarification.
B. Le système d'évacuation par transport 270
Règles générales pour l'installation des fosses et latrines. — Vidanges. — Système des fosses fixes. — Système des tonnes ou fosses mobiles. — Systèmes mixtes ou combinés.

Des morts et des inhumations.

I. Des dangers qui peuvent provenir des cadavres avant la sépulture. — Les dépôts mortuaires 281
II. De la décomposition des cadavres et des dangers qui peuvent en résulter pour la santé 282
III. De l'installation des cimetières et de la crémation 285

Hygiène scolaire.

I. Des maladies infectieuses. 288
II. Des maladies scolaires. 289
III. Construction et aménagement des écoles 293
A. Les bâtiments scolaires 293
B. Le mobilier scolaire 296
IV. Hygiène de l'enseignement 300
V. L'entretien de l'école 301

Hygiène industrielle.

I. Des effets nuisibles des professions sur les travailleurs 302
A. Mesures hygiéniques applicables aux locaux. 303
B. Mesures imposées par l'âge et le sexe des travailleurs 307
Le travail des enfants. — Le travail des femmes. — Durée du travail des hommes. — Les temps de repos pendant le travail. — Législation du travail.
C. Influences générales des professions sur la santé. — Accidents . 310
Effets nuisibles produits par le travail et la profession. — Les accidents professionnels.
D. Effets nuisibles produits par l'inhalation des gaz 312
Les gaz et leur action sur l'organisme. — Industries dans lesquelles se développent des gaz toxiques. — Degrés de concentration nuisible. — Mesures prophylactiques.
E. Effets nuisibles produits par l'inhalation des poussières. . . . 315
Effets généraux. — La poussière de charbon. — La poussière de fer. — Les poussières de bronze et de zinc. — Les poussières de silice et de pierre. — La poussière de tabac. — La poussière de coton. — La poussière de bois et de céréales. — La poussière animale. — La maladie des chiffonniers. — Mesures de protection.
F. Effets nuisibles produits par les poussières industrielles toxiques. 323
Le plomb. — L'arsenic. — Le mercure. — Le phosphore.
II. Protection du public contre les dangers et les incommodités provenant de l'industrie et de certaines professions. 328
Les dangers. — Les incommodités
III. Mesures propres à assurer le bien-être de l'ouvrier 331
A. Mesures concernant l'alimentation de l'ouvrier. 331
B. Mesures concernant l'habitation de l'ouvrier. 333
Maisons ouvrières. — Les différentes espèces d'habitations ouvrières. — Habitations ouvrières en masse.

C. Mesures concernant les enfants des ouvriers 337
Les crèches. — Les écoles gardiennes, les jardins d'enfant. — Les colonies de vacances ou colonies scolaires. — Asiles d'enfants. — Ecoles de perfectionnement.
D. Mesures concernant les ouvriers hors d'état de travailler. — Assistance publique. 340
Anciennes institutions de bienfaisance. — Loi sur l'assurance en cas de maladie. — Loi sur l'assurance contre les accidents. — Loi sur l'assurance des invalides et des vieillards.

Des maladies infectieuses.

I. Des germes infectieux et de leur transmission 346
A. Propriétés générales et culture des bactéries 346
B. Action des saprophytes 351
C. Action des parasites 353
D. Prédisposition et immunité 356
E. Variabilité de la prédisposition. 360
F. Influence du degré de virulence et du nombre des bactéries sur l'infection. 364
G. Portes d'entrée pour les germes infectieux 365
H. Guérison 367
J. Conditions d'éclosion des épidémies 368
Arrivée des germes morbigènes dans l'organisme humain. — Eclosion et propagation des épidémies.
K. Prophylaxie des maladies infectieuses . . . . . 37[illegible]
Mesures préventives contre la propagation des germes : internationales, nationales, locales, individuelles. — Mesures préventives tendant à modifier la prédisposition.
L. Désinfection . . . . . 37[illegible]
a) Eloignement des bactéries . . . . . 37[illegible]
b) Moyens de désinfection . . . . . 38[illegible]
c) Choix et mode d'emploi des désinfectants . . . . . 38[illegible]
II. Des principales maladies infectieuses . . . . . 39[illegible]
1) Le choléra . . . . . 39[illegible]
2) Le typhus abdominal . . . . . 39[illegible]
3) La tuberculose . . . . . 39[illegible]
4) La diphtérie . . . . . 41[illegible]
5) Les complications infectieuses des plaies . . . . . 41[illegible]
6) Les maladies vénériennes . . . . . 41[illegible]
7) Les zoonoses . . . . . 41[illegible]
Charbon. — Morve. — Pommelière. — Rage.
8) Les protozoaires comme germes de maladies. . . . . 42[illegible]
Dysenterie. — Malaria.
9) Les maladies exanthématiques. . . . . 42[illegible]
Variole. — Rougeole. — Scarlatine. — Typhus exanthématique.

De l'atmosphère.

L'atmosphère exerce des influences diverses sur la santé de l'homme.

L'air qui est respiré abandonne au corps humain une partie de ses éléments en même temps qu'il se charge de ses produits gazeux d'élimination; l'air peut ensuite servir de véhicule aux germes pathogènes et ainsi devenir un agent de propagation des maladies infectieuses; enfin l'air atmosphérique influence notre santé par la nature de ses propriétés physiques.

I. Des éléments constitutifs de l'air.

a) **Azote.**

L'air contient en volume 78,8 % d'azote; celui-ci constitue un gaz indifférent ou inerte qui dilue en quelque sorte l'oxygène, et qui se dissout dans le sang et les autres liquides du corps proportionnellement à sa tension.

b) **Oxygène et ozone.**

L'oxygène entre dans la composition de l'air pour 20,7 % de son volume. Introduit dans l'organisme par la respiration, il est l'agent actif des combustions internes; aussi l'air expiré en contient-il environ 5,3 % de moins que l'air inspiré.

La proportion d'oxygène contenue dans l'air est partout sensiblement la même, elle ne descend en dessous de la normale

que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles : c'est ainsi qu'on n'en a trouvé que 13 % dans le fond de certaines mines, et 5 % seulement dans des trous de mine après une explosion.

Le dosage de la proportion d'oxygène de l'air atmosphérique se pratique en faisant absorber par de l'acide pyrogallique additionné d'un alcali, toute la quantité de ce gaz que renferme un volume donné d'air contenu dans une burette graduée.

L'ozone se forme dans l'air principalement sous l'influence de l'électricité atmosphérique; on a souvent prétendu aussi qu'il pouvait être produit à la suite de grands processus d'oxydation ou de fortes évaporations d'eau. On admet que l'ozone est un simple état allotropique de l'oxygène : trois atomes de ce dernier sont fixés en une seule molécule dans laquelle le troisième atome n'est que faiblement retenu, ce qui explique pourquoi l'ozone constitue un oxydant très énergique.

Détermination de sa quantité.

Sa quantité se laisse évaluer par la coloration bleue plus ou moins foncée que prend le papier préparé à l'amidon et à l'iodure de potasse (ozonomètre), lorsqu'il vient à être mis au contact de quantités déterminées d'air renfermant de l'ozone. Cette proportion est du reste extrêmement minime puisqu'elle atteint à peine 0,002 gr. pour 100 m³ d'air; l'ozone manque même complètement dans l'air des habitations.

L'antozone ou peroxyde d'hydrogène, H^2O^2, se rencontre également dans l'air atmosphérique, mais toujours à dose si faible qu'il ne mérite guère d'attirer l'attention de l'hygiéniste.

c) **Acide carbonique.**

Les processus de décomposition organique, la respiration et les combustions sont les principales sources de l'acide carbonique de l'air, qui, par endroits, s'échappe en outre tout formé du sein de la terre. Sa diffusion dans l'atmosphère s'opère rapidement, grâce aux mouvements mêmes de l'air et aux différences de température, et il en résulte que presque partout on le trouve dans l'air libre dans la proportion uniforme de 0,25 — 0,35 ‰. Il est de nouveau utilisé par les végétaux ainsi que pour la formation de carbonates inorganiques.

Lorsque l'acide carbonique se trouve en proportion élevée dans l'air comme par exemple dans les mines, les usines à fermentation et les locaux longtemps fermés, on le dose d'après les règles de l'analyse chimique des gaz en en dépouillant un volume donné d'air par l'absorption au moyen d'une solution de potasse. Pour le dosage de petites quantités de ce gaz, avec lesquelles l'hygiène a surtout à compter, on recourt de préférence au procédé suivant de *Pettenkofer :*

Dosage de CO_2 par la méthode de l'analyse chimique des gaz.

Dans une solution aqueuse d'hydrate de baryte (BaH^2O^2), on titre l'hydrate au moyen d'une solution d'acide oxalique ($C^2H^2O^4$) de composition connue à l'avance : chaque molécule de BaH^2O^2 forme en se combinant avec $C^2H^2O^4 + 2H^2O$, une molécule d'oxalate de baryte (BaC^2O^4) et $4H^2O$. De cette solution d'hydrate de baryte dont on connaît ainsi la teneur, on prend une quantité déterminée (par ex. 100 c.c.), et on la verse dans un flacon de capacité exactement connue, qui est rempli de l'air à examiner. Si l'on secoue alors énergiquement le flacon, CO^2 de l'air emprisonné sera mis en contact intime avec BaH^2O^2 et le décomposera pour former du carbonate de baryte ($BaCO^3$) et H^2O. Le carbonate de baryte étant insoluble tombe au fond du vase ; on titre alors à nouveau au moyen de la solution d'acide oxalique, la partie supérieure restée claire de la solution de baryte servant à l'expérience. Pour ce deuxième titrage, on utilisera d'autant moins de cent. cubes de la solution oxalique qu'il y aura déjà de BaH^2O^2 combiné avec CO^2. Or, nous savons que par rapport à leur poids d'équivalence, 126 milligr. ($C^2H^2O^4 + 2H^{2o}$) correspondent à 44 milligr. de CO^2, ou calculé en volume à 22,369 c.c. de CO^2, étant donné que 1 milligr. de CO^2 sous une pression de 760 mm. et 0°C., occupe un espace de 0,5084 c.c. Si donc l'on a préparé à l'avance une solution d'acide oxalique renfermant pour un litre d'eau 1,405 gr. de cet acide (chiffre calculé par l'équation 126 : 22,369 = X : 0,25), on pourra dire que chaque centimètre cube de cette solution que l'on emploiera en moins pour le second titrage représentera exactement 0,25 c.c. d'acide carbonique. Il est bien entendu que pour ces opérations on doit avoir soin de ramener le volume d'air du flacon à 0° et à 760 mm. de pression d'après la formule :

Dosage de petites quantités de CO_2 par la méthode de *Pettenkofer.*

$$V^o = \frac{v \times P}{(1 + 0{,}00367t) \times 760}.$$

dans laquelle v représente le volume connu du flacon, P la pression atmosphérique en millimètres, et t la température en degrés centigrades.

Méthode de *H. Wolpert.*

La méthode de recherches précédente étant assez compliquée, on en a imaginé de plus rapides parmi lesquelles celle de *H. Wolpert* mérite la préférence. Dans un vase cylindrique, représenté par la figure 1, on verse 2 centimètres cubes d'une solution au cinquantième pour cent de soude cristallisée (Na^2Co^3), colorée en rouge par la phtaléine du phénol. Un bouchon en rondelle auquel est adaptée une tige de verre creusée d'un très fin canal est poussée vers le fond du vase jusqu'à toucher le liquide. L'appareil étant placé dans l'endroit dont l'air est à examiner, on remonte peu à peu le bouchon, ce qui permet à l'air de pénétrer à travers le tube en verre pour venir remplir l'espace situé entre la face inférieure du bouchon et le liquide coloré. On agite énergiquement l'appareil et le CO^2 de l'air va s'unir au carbonate. On remonte ainsi le bouchon jusqu'à ce que la couleur rouge de la solution soit entièrement disparue, ou autrement dit jusqu'à ce que le bicarbonate de soude qui décolore la phtaléine du phénol ait complètement remplacé le carbonate. Sur le vase se trouvent gravées des divisions qui permettent de lire immédiatement la quantité de Co^2 que renferme l'air soumis à l'examen.

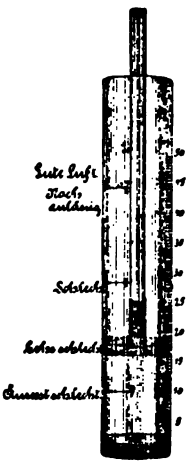


Fig. 1. Carbacidomètre de *H. Wolpert.* 1/2 grandeur naturelle
Gute Luft : Air pur ;
Noch anlässig: tolérable $\frac{0,7}{1000}$ p.
Schlecht : mauvais $\frac{1}{1000}$ p. ;
Sehr schlecht : très mauvais $\frac{2}{1000}$ p. ;
Ausserst schlecht : extrémement mauvais. $\frac{7}{1000}$ p.

d) Ammoniaque, acide nitreux et acide nitrique.

Ces différents produits existent d'une façon régulière dans l'atmosphère ; dans certaines circonstances on y trouve également d'autres acides minéraux, par exemple l'acide sulfurique. En temps ordinaire, ces corps se trouvent toutefois mêlés à l'air en trop faible proportion pour pouvoir nuire à la santé de l'homme. Par contre, dans certaines industries, ils deviennent un facteur important avec lequel il faut compter, et dont nous reparlerons à propos de l'hygiène des professions.

e) **Substances organiques.**

Les hommes et les animaux éliminent constamment des matières organiques volatiles, qui sont vraisemblablement douées de propriétés nocives. On n'est toutefois point parvenu jusqu'ici à isoler ces substances ni à démontrer avec certitude leur réelle toxicité. On a tenté, par l'oxydation au moyen du permanganate de potasse, d'évaluer approximativement leur quantité. D'après *Pettenkofer*, il existerait un certain rapport constant entre cette quantité et celle d'acide carbonique éliminée par l'homme.

f) **Eau.**

L'eau à l'état de vapeur existe continuellement dans l'atmosphère. La quantité que l'air peut en contenir, c'est-à-dire sa capacité de réception vis-à-vis de l'eau, augmente avec l'élévation de la température dans les proportions indiquées par la fig. 2 : la ligne courbe ponctuée représente la plus forte quantité de vapeur d'eau, en grammes, que peut renfermer le mètre cube d'air aux différentes températures; le trait courbe continu, indique en millimètres de la colonne mercurielle, la pression maxima ou autrement dit la « tension » à laquelle se trouve la vapeur d'eau de l'air atmosphérique à ces diverses températures.

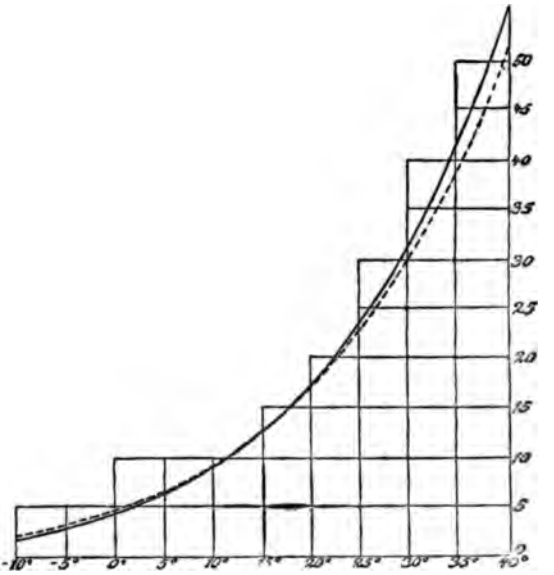


Fig. 2.

Lorsque l'air renferme autant de vapeur d'eau qu'il peut en contenir d'après sa température, on dit qu'il est saturé d'humidité ou qu'il se trouve à l'état de saturation. Définitions.

En contient-il moins que ce maximum, on désigne sous le nom « d'humidité absolue » la quantité réelle de vapeur d'eau qui lui est mélangée au moment de l'examen. D'un autre côté, on a donné le nom « d'humidité relative » (*) au rapport existant entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air à l'instant de l'observation et celle qu'il contiendrait à la saturation, la température restant la même. En d'autres termes, l'humidité relative n'est autre que le rapport, exprimé en pour cent de saturation, de l'humidité absolue à l'humidité maxima.

Pour déterminer objectivement en grammes ou en millimètres de pression la valeur par mètre cube d'air de l'humidité relative, le degré de température de l'air est indispensable à connaître ; c'est ainsi, par exemple, qu'à 11° C. une humidité relative de 50 % équivaudra à 5 gr. en poids de vapeur d'eau, et à 23° elle sera égale à 10,2 gr. *(Voir Fig. 2)*. On a donné le nom « de déficit de saturation » à la quantité de vapeur d'eau qui manque à un air pour qu'il ait atteint son degré de saturation. Ainsi par exemple l'air à 0° peut contenir par mètre cube 4 gr.9 de vapeur d'eau *(Voir Fig. 2)* lorsqu'il est saturé ; n'en renferme-t-il que 2 gr. 4, son déficit de saturation sera égal à 2 gr. 5 (**).

Lorsque l'air vient à se refroidir, il ne peut plus garder la même quantité de vapeur, puisque sa capacité de réception pour l'eau diminue; il arrive alors un moment où la quantité d'eau qu'il contient, c'est-à-dire son humidité absolue, est plus forte que celle qui serait nécessaire pour produire la saturation elle-même; ce moment est reconnaissable à la précipitation sous forme de rosée de l'eau qui est devenue excédente. La limite à laquelle se produit ce phénomène s'appelle le « point de rosée. »

L'air avec son humidité vient-il à être refroidi en dessous du point de rosée, la vapeur d'eau se condense sous forme de petites vésicules autour des fines poussières suspendues dans

---

(*) L'humidité relative est encore souvent appelée état hygrométrique de l'air (N. des T.).

(**) C'est-à-dire que l'on obtient le déficit de saturation en retranchant le chiffre de l'humidité absolue du chiffre de saturation à la même température (N. des T.).

l'atmosphère; nous avons de la sorte les brouillards et les nuages. Si, par les progrès de la condensation, ces petites vésicules augmentent de volume, nous obtenons de véritables gouttes d'eau ou de « pluie », ou bien, si la température descend en dessous de 0°C., de la « neige » ou de la grêle » suivant les circonstances.

Comme pendant la nuit le sol rayonne sa chaleur vers l'espace, le refroidissement s'accuse le plus à la surface des corps offrant une grande étendue pour un petit volume (herbes, feuilles); la couche d'air qui enveloppe ces corps se refroidit donc davantage et son humidité perle sous forme de « rosée » à leurs extrémités.

Abondance de la vapeur d'eau.

La teneur de l'air en humidité est différente suivant les lieux et suivant les époques. L'humidité absolue est à son maximum au voisinage des nappes d'eau étendues et chaudes, ou au voisinage d'un sol chaud et humide; elle est à son minimum dans les régions polaires. Pour un même endroit, l'humidité absolue aussi bien que le déficit de saturation augmentent le plus souvent avec la température. Le mouvement de l'air exerce de son côté une action compensatrice. Pour l'humidité relative, c'est l'inverse qu'on observe : son degré s'élève avec l'abaissement de la température; sur les côtes (Borkum) il oscille entre 90 % en hiver et 80 % en été; à l'intérieur des terres, cet abaissement observé en été est plus marqué encore et peut aller jusqu'à 65 %. Dans les locaux habités, le degré moyen d'humidité relative varie entre 30 et 60 %; sur la peau, en dessous des vêtements, il oscille entre 30 et 40 %.

Abondance des pluies.

L'abondance des pluies dans une région dépend surtout de la saturation de ses courants aériens et de l'intensité du refroidissement auquel ils sont soumis. Le refroidissement lui-même s'opère à la suite de la perte de chaleur qui résulte d'une part de la rencontre de ces courants avec une surface froide quelconque (par ex. une montagne boisée), et d'autre part de l'élévation à de grandes hauteurs, la température baissant de 1°C. par 100 mètres d'élévation. Le versant d'une montagne ou d'une chaîne de montagnes, exposé aux vents dominants, reçoit donc toujours plus de pluie que le versant opposé. Le vent d'ouest qui est saturé d'humidité produit ainsi sur la côte occidentale de Norwège une hauteur annuelle de pluies atteignant de 1000

à 2000 millimètres; tandis que dans les villes d'Elverum, d'Upsala, de Stockholm, etc., qui sont situées à l'est de ce pays, abritées par des montagnes hautes de 1250 à 2000 mètres, la hauteur des pluies n'atteint par année que 400 millimètres. D'une manière générale il tombe plus d'eau sur le littoral et dans les contrées montagneuses qu'au milieu des terres ou dans les pays plats. En Allemagne, la hauteur moyenne annuelle des pluies est de 700 millimètres environ, ce qui veut dire qu'il y tombe 700 litres d'eau par mètre carré de surface.

Détermination du degré d'humidité.

Hygromètres.

Pour l'évaluation du degré d'humidité de l'atmosphère, on se sert d'instruments spéciaux appelés hygromètres. Parmi ces instruments il en est qui, comme celui de la fig. 3, sont basés sur la propriété qu'ont certains corps hygroscopiques de s'allonger ou de se racourcir selon la plus ou moins grande quantité d'eau qu'ils empruntent à l'atmosphère. Sur une échelle graduée se lisent, indiqués par une aiguille mobile, les pour cents de l'humidité relative de l'air examiné.

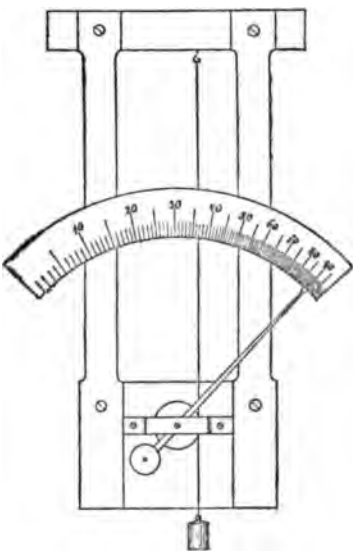


Fig. 3. Hygromètre à cheveu.

Les hygromètres à condensation reposent sur un autre principe : ils permettent de déterminer le point de rosée, c'est-à-dire la température à laquelle l'air est saturé par refroidissement. En soustrayant l'humidité absolue ainsi trouvée (*) de l'humidité nécessaire à la saturation, on obtient le déficit de saturation, et par division l'humidité relative. Le meilleur de ces hygromètres à condensation est celui de *Regnault*, le plus simple est celui de *Daniell*.

(*) Par le refroidissement provoqué, l'humidité absolue de l'air est transformée en une humidité maxima pour une température plus basse ; l'instrument indique cette température, et la fig. 2 permet de calculer la quantité de vapeur d'eau en grammes qui y correspond ; on a dès lors trouvé la valeur en grammes de l'humidité absolue actuelle (N. des T.).

Un autre instrument, le psychromètre d'*August*, se compose essentiellement de deux thermomètres ordinaires placés à côté l'un de l'autre; l'un de ces thermomètres sert à indiquer la température de l'air ambiant, l'autre qui a sa boule à mercure mollement recouverte d'un linge mouillé, marquera une température d'autant plus basse que sera plus intense le refroidissement causé par l'évaporation de l'eau; or celle-ci est d'autant plus active que l'air est lui-même moins humide. A l'aide du calcul, ou mieux encore à l'aide de tables numériques, on parvient facilement à déterminer l'humidité de l'air après avoir constaté la différence de degrés marquée par les deux thermomètres. — Pour annihiler la cause d'erreur provenant de la stagnation de l'air, on peut recourir au moyen suivant : un thermomètre étant suspendu à une ficelle, on le fait tournoyer en fronde dans l'air libre, pendant qu'il est sec d'abord, puis après qu'il a été mouillé, et pendant un même laps de temps. On obtient de la sorte rapidement des températures exactes, et un seul thermomètre suffit à l'expérience (thermomètre fronde). Psychromètre.

Les atmomètres sont des instruments qui permettent d'évaluer la quantité d'eau qui s'évapore d'une surface donnée d'eau en un temps déterminé; il n'en existe pas encore actuellement qui possède une exactitude suffisante. Atmomètres.

Les pluviomètres sont des vases d'une section déterminée dans lesquels on recueille pour les mesurer, la pluie, la neige et la grêle qui tombent dans un temps donné. Pluviomètres.

g) Des poussières atmosphériques y compris les micro-organismes.

Les poussières que l'on trouve suspendues dans l'air sont de nature organique et inorganique. Parmi les premières on rencontre des fibres végétales, des particules de charbon, des fragments de poils d'animaux, des débris de cellules épidermiques, etc.; parmi les secondes on note de petits éclats de silex, des poussières de chaux, des silicates divers, de très fines particules de fer et d'autres encore. On rencontre en outre dans l'air des poussières vivantes telles que les formes permanentes de très petits animalcules, des grains de pollen, de fines semences de plantes, et enfin les moisissures, les levures et les bactéries. Les poussières tellement fines qu'elles ne se déposent Composition de la poussière atmosphérique.

plus après un assez long temps de repos (poussières dites solaires) ne se laissent plus définir au microscope.

Examen des poussières atmosphériques.

Pour recueillir les poussières atmosphériques en vue de l'examen, on peut se servir simplement d'un verre couvre-objet sur le milieu duquel a été déposée une goutte de glycérine, et sur lequel on dirige ensuite un courant d'air. Pour des recherches plus précises on aspire lentement, et par petites bulles, des quantités déterminées d'air à travers une haute et mince colonne d'eau distillée, on évapore, puis on examine au microscope, ou bien l'on pèse le résidu desséché.

Méthode de *Hesse*.

Pour la recherche des bactéries de l'air, *Hesse* fait usage d'un tube long de 50 à 60 centimètres, qui est fermé à l'une de ses extrémités par un bouchon en caoutchouc percé d'un canal, et qui à l'autre extrémité est garni d'une coiffe dans laquelle on a pratiqué un trou; dans ce tube on verse de la gélatine nutritive en quantité suffisante pour lui faire recouvrir environ le quart inférieur de la circonférence du tube. Après solidification, l'air est attiré lentement à travers le tube au moyen d'un aspirateur (*). Les

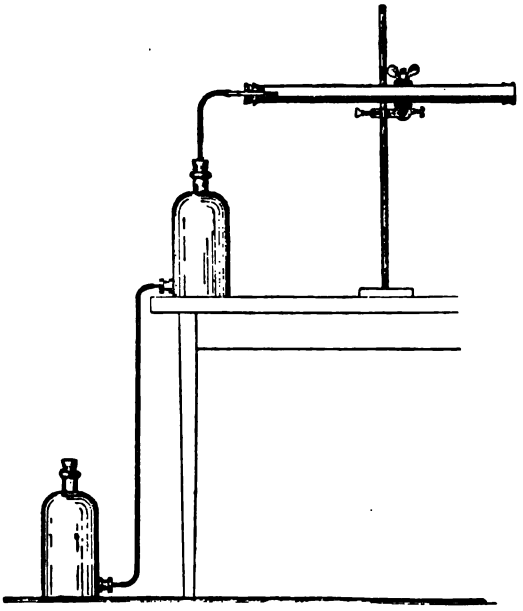


Fig. 4. Recherche des micro-organismes de l'air, d'après *Hesse*.

(*) L'aspirateur est ici le flacon supérieur de la fig. 4, que l'on remplit d'eau et qui se vide par un siphon de caoutchouc dans le flacon inférieur. On peut ainsi faire aspirer un aussi grand nombre de flacons d'air qu'on le désire; il suffit pour cela de substituer chaque fois le flacon inférieur ou supérieur, après avoir momentanément interrompu la communication du flacon supérieur avec le tube (N. des T.).

bactéries se déposent sur le fonds nutritif, et s'y développent en colonies qu'on peut compter et examiner.

Méthode de *Petri*.

Un autre appareil pour la recherche des micro-organismes de l'air est celui de *Petri (Fig. 5 et 6)* : il se compose essentiellement d'un tube de verre de 15 millimètres de diamètre dans lequel on place deux filtres de sable stérilisé ou du verre pilé de 3 centimètres de hauteur chacun. Ces filtres sont séparés d'une part, et maintenus de l'autre par des godets en toile métallique introduits à frottement doux. L'air est aspiré lentement au travers au moyen d'une pompe spéciale. Les bactéries sont arrêtées dans le sable ; celui-ci est alors ensemencé dans un certain nombre de petits plateaux contenant de la gélatine nutritive sur laquelle se développent les colories bactériennes.

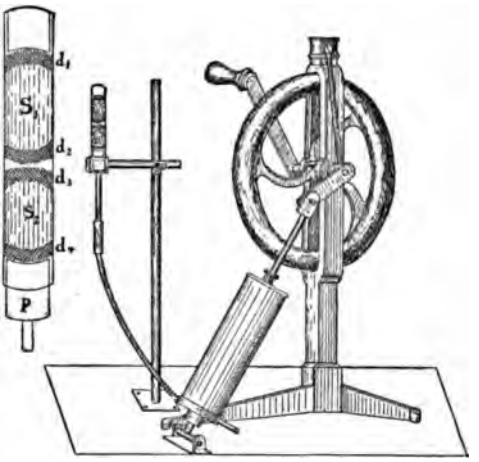


Fig. 6. Fig. 5.

Fig. 5 : Recherche des bacilles de l'air, d'après *Petri*.
Fig. 6 : Tube à filtres. *P* bouchon en caoutchouc traversé par un tube en verre. d_1 d_2 d_3 d_4 godets en toile métallique. S_1 S_2 sable stérilisé.

Nombre des bactéries de l'air.

Le nombre des micro-organismes contenus dans l'air varie beaucoup d'après les endroits, la masse des sédiments atmosphériques, les vents, la température, etc. *Miquel* (Paris) trouva par mètre cube d'air dans la rue de Rivoli, jusque 3,480 bactéries ; au parc Montsouris, il en compta en moyenne 495 au printemps, 650 en été, 380 en automne, et 260 en hiver. Dans les salles des baraques de Moabit, *Neumann* en découvrit de 80 à 140 par 10 litres d'air le matin après les nettoyages ; il en trouva environ 20 à midi, et 4 à 13 le soir, 2 heures après le coucher des malades.

Sur la mer, au large, *Ficher* ne trouva pas un germe sur 1,8 m³ d'air examiné ; il constata que les spores étaient transportés plus loin que les bactéries.

II. Des propriétés physiques de l'air atmosphérique.

a) De la température.

Sources de la chaleur.

La surface de la terre et l'air atmosphérique reçoivent leur chaleur du soleil. Les rayons solaires qui traversent perpendiculairement l'atmosphère lui abandonnent environ 36 % de leur chaleur totale; le restant parvient jusqu'au sol. La force d'absorption se règle sur la longueur du chemin parcouru par les rayons (longueur sensiblement moindre à midi qu'au matin et au soir), en même temps que sur le degré d'humidité de l'air et le sinus de l'angle d'incidence des rayons : plus celui-ci sera petit, plus d'autre part les deux premières conditions énoncées seront marquées, et plus aussi il y aura de chaleur éteinte par l'atmosphère, c'est-à-dire abandonnée par les rayons à l'air traversé. Les rayons chimiques et les rayons obscurs sont manifestement mieux absorbés (60 %) que les rayons lumineux. Lorsque ceux-ci touchent la surface du sol, ils sont transformés en rayons obscurs à longues ondulations et comme tels sont absorbés par l'air.

La température d'un lieu quelconque dépend en première ligne de sa situation géographique; les latitudes basses et les régions profondes jouissent des températures les plus élevées. Les qualités du sol entrent aussi en ligne de compte en raison de leur plus ou moins grand pouvoir d'absorption ou d'émission du calorique.

Oscillations régulières de la température.

La terre rayonne à son tour vers l'atmosphère et l'espace céleste la chaleur qu'elle a reçue du soleil, et cela d'autant plus qu'elle est elle-même échauffée. Elle reçoit sa plus grande chaleur lorsque l'astre se trouve le plus élevé, c'est-à-dire journellement à midi, et annuellement le 21 juin. Néanmoins dans nos régions l'élévation de la température se continue encore pendant environ une heure et demie après l'instant de midi, jusqu'au delà de la mi-juillet, ce qui tient à ce que, jusqu'à ce moment, la chaleur perdue par rayonnement reste moins forte que la chaleur reçue et qu'ainsi celle-ci se surajoute à elle-même. Dès que le soleil s'est couché, la source de chaleur se trouve enlevée, il n'y a plus alors qu'un seul effet produit, le

refroidissement par rayonnement, lequel devient à son tour moins intense à mesure que la terre se refroidit davantage. Pendant la nuit le thermomètre va donc toujours en descendant jusqu'à ce que le jour reparaisse. Avec le lever du soleil revient ensuite la chaleur, et le thermomètre se remet à monter. En hiver, la terre reçoit sa plus faible chaleur le 21 décembre; le soleil se trouve alors être au plus bas, et le jour, c'est-à-dire l'espace de temps que le soleil rayonne, a sa plus courte durée. A partir de ce jour, le soleil s'élève à nouveau; cependant la terre continue à perdre plus de chaleur qu'elle n'en reçoit, et il se fait qu'ainsi l'époque la plus froide de l'année se trouve reculée jusqu'à la fin de janvier, c'est-à-dire jusqu'à ce que le soleil ait acquis assez de vigueur pour que l'équilibre s'établisse. Avec un ciel couvert, le rayonnement de la terre est toujours moins intense, et les nuits, de même que l'hiver, sont moins froides. Lorsque le ciel est au contraire serein et que l'air contient peu d'humidité, le rayonnement peut être assez fort pour faire descendre à 0°, et plus bas encore, un thermomètre qui aurait marqué le jour plus de 35°.

Détermination des températures.

On se rend le mieux compte de la température d'un lieu en consultant le thermomètre à des moments aussi rapprochés que possible, et en notant les résultats au moyen d'une courbe thermique ; on peut aussi se servir à cet effet d'un thermomètre enregistreur. On rend ainsi évidentes les oscillations auxquelles la température est continuellement soumise, et qui sont d'un plus grand intérêt pour l'hygiéniste que les températures elles-mêmes. Pour déterminer la température journalière moyenne, on observe le thermomètre à 6 heures du matin, à 2 heures de l'après-midi et à 10 heures du soir, et l'on divise par trois le total des degrés obtenus. Avec les moyennes journalières, il est facile de calculer les moyennes mensuelles et annuelles. Les lignes qui, sur la carte, réunissent les endroits jouissant d'une même température moyenne annuelle, sont dites isothermes ; celles qui passent par les points ayant une même température hivernale sont dites isochimènes, et enfin celles qui réunissent les lieux où règne une même moyenne estivale sont appelées isothères. Des influences toutes locales peuvent déjà modifier considérablement la température d'un endroit.

Thermomètres.

On se sert pour mesurer la température, de thermomètres à mercure ou à alcool, ainsi que de thermomètres métalliques. Lors de cette mensuration, il y a lieu de mettre les instruments parfaitement à l'abri du rayonnement du voisinage, tel que celui qui provient du sol lui-même, de surfaces éclairées par le soleil, etc. La chaleur rayonnante se mesure à l'aide de thermomètres à vide (vacuumthermometer). Pour la détermination des températures maxima et minima, on emploie des instruments spéciaux dont le plus usité est le thermomètre à alcool de *Six et Bellani (Fig. 7)*.

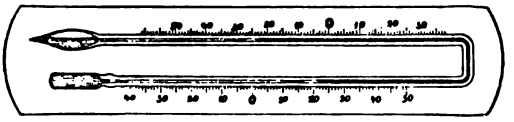


Fig 7. Thermomètre à maxima et minima.

Citons enfin les thermographes ou thermomètres enregistreurs ; ils se composent d'une gaine métallique qui se dilate avec l'alcool qu'elle contient, et dont l'expansion est communiquée à un stylet qui l'enregistre sur un cylindre animé d'un mouvement de rotation régulier.

b) De la pression atmosphérique.

Au bord de la mer, la pression de l'atmosphère fait équilibre au poids d'une colonne mercurielle de 760 millimètres de hauteur. A mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer la hauteur de la colonne barométrique diminue, de telle sorte qu'à 1000 mètres elle n'est plus que 670 mm, à 2000 mètres 570 et à 3000 mètres 520 mm. Si l'on réunit par des lignes les points du globe où règne une égale pression atmosphérique (celle-ci étant ramenée à ce qu'elle serait au niveau de la mer), on obtient ce qu'on appelle des isobares ou lignes isobarométriques. Les gaz étant compressibles, c'est-à-dire se dilatant ou se condensant suivant le degré de pression auquel ils sont soumis, l'homme respire un air moins dense qu'au niveau de la mer lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère, et il respire au contraire un air plus concentré lorsqu'il descend dans les profondeurs du sol comme par exemple dans les ouvrages de mines. Les variations de la pression atmosphérique ont une

influence très marquée sur les vents et par le fait même sur le temps et les climats.

Mensuration de la pression atmosphérique.

La pression atmosphérique se mesure à l'aide de baromètres à mercure. Elle est égale à la différence de niveau dans les deux branches de l'instrument *(Fig. 8)*. On peut aussi la mesurer à l'aide des baromètres dits anéroïdes : ceux-ci se composent d'une boîte métallique à parois très minces dans laquelle on a fait le vide. Lorsque la pression augmente, la caisse diminue d'épaisseur et l'affaissement de la paroi est communiqué à une aiguille mobile sur un cadran gradué *(Fig. 9)*.

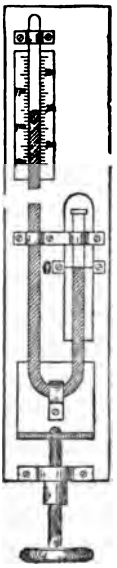


Fig. 8.

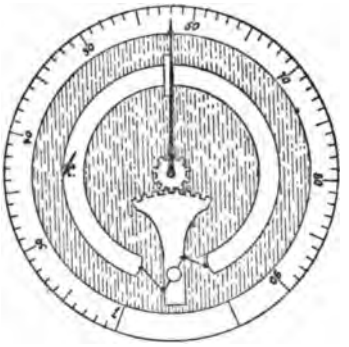


Fig. 9. Baromètre anéroïde. *k* capsule vide d'air.

Fig. 8. Baromètre à mercure à point *O* fixe, à échelle fixe et à tube mobile.

c) Des vents.

Les mouvements dont est animée l'atmosphère reconnaissent pour cause l'inégalité de la pression de l'air dans les différents lieux de la terre ; cette inégalité est elle-même due aux différences de la température. L'air échauffé en un lieu quelconque se dilate, devient plus léger et s'élève pour se déverser latéralement dans les régions supérieures ; l'air avoisinant se précipite aussitôt dans l'espèce de vide ainsi établi. La direction des courants qui naissent de la sorte est influencée par le mouvement de rotation de la terre autour de son axe, et par des

conditions locales telles que la configuration du sol, des courants de direction autre, etc. Les tropiques se font remarquer par la régularité des vents qui y règnent. Dans la zone dite des Calmes (*), l'air humide, fortement échauffé, s'élève, abandonne ensuite en fortes ondées l'humidité dont il est chargé, puis plus haut se déverse vers le nord et vers le sud en formant des courants supérieurs entre l'équateur et les pôles. Ces courants ne suivent pourtant pas exactement une direction méridienne, ce qui résulte de leur participation au mouvement de rotation de la terre (**); c'est ainsi que dans l'hémisphère boréal un courant sud-nord subit encore la force centrifuge acquise à l'équateur à mesure qu'il gagne des latitudes plus élevées; il dévie donc vers l'est comme s'il venait du sud-ouest. Même chose arrive pour les courants inférieurs qui soufflent du nord vers l'équateur, attirés par la dépression produite, ou pour ceux venant du sud au niveau de l'hémisphère austral : à mesure que ces courants atteignent des latitudes moins élevées, c'est-à-dire se rapprochant de l'équateur, ils sont influencés par la rapidité de plus en plus grande du mouvement de rotation de la terre, et ainsi le courant nord-sud de l'hémisphère boréal est perçu comme un courant nord-est, tandis que le courant sud-nord de l'hémisphère austral est perçu comme un courant sud-est.

Arrivés à la limite entre les zones torrides et tempérées, les vents équatoriaux supérieurs redescendent partiellement vers la terre, et de la rencontre de ces vents chauds avec les vents froids polaires inférieurs, ainsi que du fait des conditions locales, naissent les vents dits variables qui impriment au climat des zones tempérées leur cachet spécial.

Force et vitesse des vents.

La vitesse des vents se règle sur la différence des pressions barométriques existantes entre les lignes isobares; elle augmente en raison directe de cette différence, et du rapprochement de ces lignes.

(*) C'est-à-dire zone équatoriale (N. des T.).

(**) La direction oblique que prennent ces courants est due à la rotation de la terre, de l'ouest à l'est. Une molécule d'air chaud, dit *Arnould*, se soulevant à l'équateur pour se diriger vers le pôle, n'en possède pas moins une énorme vitesse de translation vers l'est. Elle ne rencontrera donc pas le point situé perpendiculairement au nord de son point de départ, mais un lieu situé plus à l'est. De sorte que le vent ne paraîtra pas venir du sud, mais d'entre sud et ouest. Par une raison inverse, la molécule d'air partant du pôle, où la vitesse de rotation est faible, se dirige vers l'équateur où la vitesse est énorme; elle est en retard, rencontre le point situé à l'ouest de son méridien et semble venir d'entre est et nord (N. des T.).

La force du vent ou sa pression est dépendante de sa vitesse et est proportionnelle au sinus de l'angle sous lequel il rencontre les surfaces. Un vent d'une vitesse de 0,5 m. à la seconde n'est pas appréciable pour nos sens. La pression exercée par un pareil vent (sin. = 1) comporte 0,15 kilog. par m². Un vent modéré d'une vitesse de 3 m. à la seconde exerce une pression de 1 kilog., et un de 4 à 7 m. une pression de 2 à 6 kilog. Un vent fort de 11 à 17 m. équivaut à une pression de 15 à 35 kilog., et un vent de tempête d'une vitesse de 30 m. en développe une de 90 kilog. On donne le nom d'ouragans aux tempêtes qui sont animées d'une vitesse plus grande et douées d'une force plus considérable que celles qui viennent d'être mentionnées.

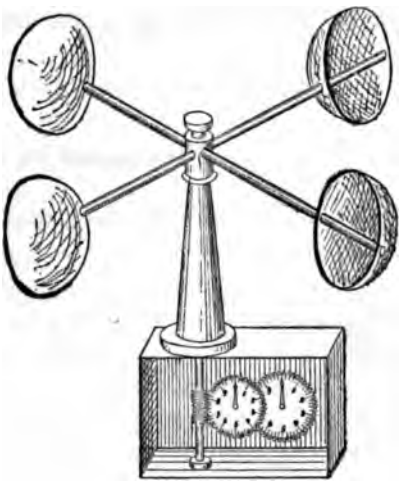


Fig. 10. Anémomètre de *Robinson*.

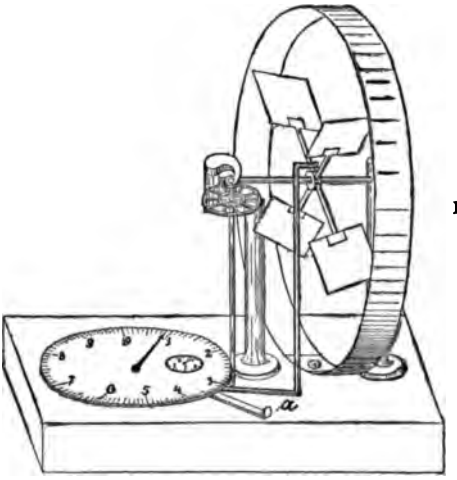


Fig. 11. Anémomètre de *Combes-Recknagel*.

Détermination de la vitesse du vent.

La vitesse du vent se mesure à l'aide des anémomètres. Le plus usité de ces appareils est le moulinet à coupes hémisphériques de *Robinson (Fig. 10)*. Pour les vents de peu d'intensité, on se sert de l'instrument de *Combes-Recknagel (Fig. 11)* : sur un axe sont insérées quatre ailettes en mica que l'air met en mouvement; une vis sans fin communique à un compteur les tours imprimés à l'axe. Le nombre de tours multiplié par

un facteur trouvé empiriquement donne la vitesse par mètres à la seconde. Quant à la pression du vent, on la détermine à l'aide d'anémomètres statiques, ou bien on la déduit par le calcul de la vitesse elle-même.

III. Des influences hygiéniques des éléments constitutifs de l'air.

a) **Oxygène et Ozone.**

Rapport entre l'oxygène et le sang.

L'homme adulte absorbe journellement environ 600 litres ou 900 grammes d'oxygène. Ce gaz se trouve dans le sang à l'état de combinaison chimique avec l'hémoglobine, ce qui fait que même en cas d'apport plus considérable, celle-ci n'en détient pas pour cela une proportion plus marquée. Il n'en est pas de même du plasma sanguin, qui absorbe une quantité d'oxygène d'autant plus forte que la pression de ce gaz augmente. Quand la pression vient à baisser fortement, par exemple en dessous d'une demi-atmosphère, l'oxy-hémoglobine se dissocie partiellement. Lorsque l'air que nous respirons est trop pauvre en oxygène, la respiration s'accélère et devient plus profonde, de façon à suppléer à l'apport insuffisant de ce gaz. Néanmoins, dès que sa proportion tombe en dessous de 11 %, on voit bientôt apparaître des malaises respiratoires, et la mort ne tarde même pas à survenir dès que l'air n'en contient plus que 7 %. Des diminutions aussi considérables de la proportion d'oxygène se constatent pour l'homme lorsqu'il s'élève à de grandes hauteurs, comme par exemple dans les ascensions de montagnes, ou en ballon.

Mal des montagnes.

Le mal des montagnes ou puna se caractérise par un sentiment de fatigue musculaire intense, des palpitations, la respiration courte et accélérée, de la céphalalgie ; dans les cas plus graves, on peut ensuite voir survenir l'impuissance musculaire complète, la perte de connaissance, des hémorragies nasales et pulmonaires. Un régime approprié, et par dessus tout le repos, suffisent à faire disparaître tous ces symptômes. Du reste, l'énergie plus grande du pouls, ainsi que l'augmentation du nombre des mouvements respiratoires

et leur profondeur plus grande, ont bientôt fait de suppléer au manque d'oxygène pour l'homme à l'état de repos d'abord, puis même pour l'homme se livrant à un travail fatigant ; ainsi se crée avec le temps une sorte d'accoutumance à la disette d'oxygène et, par suite, un véritable acclimatement pour les altitudes. Une partie des symptômes du mal des montagnes est attribuable à l'effort intense qui accompagne toute montée, ensuite à l'air frais et sec, ainsi qu'au puissant rayonnement solaire ; pourtant, si on élimine tous ces facteurs, mais en laissant subsister la pression trop faible de l'air et le manque d'oxygène, on voit quand même le mal des montagnes se manifester ; d'un autre côté, des essais ont prouvé que la respiration de l'oxygène pur suffit à faire disparaître tous les symptômes. Lors des ascensions en ballon il s'ajoute au manque d'oxygène l'action d'une brusque et forte diminution dans la pression atmosphérique (voir plus loin : Pression atmosphérique).

L'ozone est sans nul doute un corps doué d'un pouvoir oxydant très énergique; néanmoins dans l'état de dilution où il se trouve dans l'air il ne peut exercer une action destructive sur les germes morbides, ni influencer d'une façon ou d'une autre la santé de l'homme. Lorsque la présence de l'ozone est constatée en un lieu quelconque, cela prouve simplement que l'air n'y renferme pas de substances facilement oxydables, et parmi celles-ci se rangent les matières animales à action éventuellement nocive qui sont secrétées par l'homme lui-même.

b) **Acide carbonique et substances organiques.**

Un adulte se nourrissant et travaillant avec modération élimine journellement 1000 grammes ou 550 litres d'acide carbonique.

Tant qu'il y a apport suffisant d'oxygène, l'acide carbonique de l'air inspiré ne commence à exercer une action nuisible que quand il s'y trouve mêlé dans la proportion d'environ 4 %; la tension que ce gaz acquiert alors est en effet assez élevée pour empêcher la sortie de celui qui se produit dans l'organisme. L'oxygène vient-il par contre à être fourni en quantité insuffisante, une issue funeste est à craindre, alors

Action nocive de CO^2.

que l'air contient des quantités beaucoup moins considérables de CO^2. Dans tous les cas, du moment que l'air d'un espace clos quelconque contient au delà de 15 % de ce gaz, la mort survient rapidement et peut même être foudroyante. Pour cette raison, on ne devra permettre l'accès dans d'anciens puits, caves ou caveaux, qui sont restés longtemps fermés, qu'après s'être au préalable assuré qu'une flamme y brûle sans filer. S'il y a lieu, on se débarrassera de l'acide carbonique par une bonne ventilation ou par l'absorption au moyen de la chaux.

Substances organiques.

On voit fréquemment, dans un milieu où l'air renferme beaucoup d'acide carbonique par suite du séjour d'un grand nombre d'individus, des personnes éprouver de la céphalalgie et des malaises divers, pouvant même aller jusqu'à la syncope. L'acide carbonique n'est cependant pas à incriminer en pareil cas. Peut-être y a-t-il plutôt lieu de rapporter les troubles produits à la présence dans l'air des substances organiques qui sont éliminées par la respiration et la perspiration. A la vérité, l'existence du poison humain ou anthropotoxine de *Brown-Sequard* n'a pas été confirmée par des recherches nouvelles ; toutefois, il serait difficile de ne point admettre l'action nocive des produits d'exhalation humaine. D'un autre côté, on sait que la position longtemps assise, la grande chaleur, les vêtements serrés, l'idiosynchrasie pour certaines odeurs, peuvent, dans les circonstances sus-mentionnées, être déjà causes par eux-mêmes des malaises qui nous occupent. *Pettenkofer* a attiré l'attention sur le fait que la quantité des produits gazeux de nature organique éliminés par l'homme affecte un certain parallélisme avec la quantité d'acide carbonique exhalée; il a constaté en outre que l'odorat perçoit ces substances lorsque l'air d'une chambre contient 0,7 ‰ de CO^2, et que l'air devient désagréable à respirer lorsqu'il renferme 1,0 ‰ de ce dernier gaz.

De ce qui précède, l'auteur précité tire avec raison la conséquence suivante : dans une salle où l'on doit faire un séjour prolongé, il ne faut pas que la proportion de CO^2 vienne à dépasser 1 ‰, ce gaz étant supposé produit par la seule respiration humaine.

Une ventilation appropriée est le seul moyen à employer pour se conformer à ce précepte.

c) Humidité de l'air.

L'humidité de l'air exerce une influence sur l'élimination des liquides par le corps humain. L'homme secrète en moyenne environ un litre d'urine par jour; une quantité presqu'aussi considérable de liquide, c'est-à-dire 900 gr., est émise journellement par les poumons (300 gr.) et par la peau (600 gr.). Abstraction faite de la masse de boissons ingérée, l'abondance de l'excrétion urinaire est en proportion inverse de l'évaporation par les poumons et par la peau. La quantité d'eau éliminée par l'exhalation pulmonaire et la perspiration cutanée dépend de son côté de plusieurs facteurs que nous allons passer en revue.

L'humidité de l'air par rapport à l'élimination de vapeur d'eau par le corps humain.

Les recherches très précises de *Rubner*, qui fait autorité dans la matière, nous apprennent que chez un sujet exposé à une température moyenne, se trouvant dans l'état de repos, et recevant une alimentation suffisante ou inférieure à la normale, la quantité de vapeur d'eau éliminée est inversement proportionnelle au degré de l'humidité relative de l'air atmosphérique.

Influence d'une alimentation et d'une température moyennes.

Comme l'air rendu pendant l'expiration est toujours approximativement saturé d'humidité pour sa température habituelle de 30 à 37°, il s'en suit que, chez l'homme, la peau joue vis-à-vis des poumons un rôle de suppléance quant à la quantité de vapeur d'eau à éliminer.

Lorsque l'homme est soumis à une alimentation abondante et exposé à une température de 20° et au delà, il élimine éventuellement une quantité d'eau plus forte que celle qui est réglée par le degré d'humidité relative de l'air atmosphérique. L'apport trop grand d'aliments a pour effet de surexciter l'activité (*) des glandes du corps; celle-ci réprime alors la production de chaleur intramusculaire, la rend superflue (voir plus loin : régulation de la température interne). Mais quoique cela, lorsque la température extérieure dépasse 20°, une nourriture trop riche produit par elle seule plus de calorique qu'il ne peut s'en perdre normalement par la conduction, le rayonnement et le transport réunis : c'est pour rendre possible en pareil cas

Influence d'une alimentation surabondante et d'une température extérieure élevée.

(*) Pendant la digestion, le foie et les autres glandes digestives sont le siége d'une puissante calorification (N. des T.)

la régulation de la température, ou en d'autres termes pour maintenir la chaleur interne constamment la même, qu'intervient l'acte physiologique de l'élimination de la vapeur d'eau.

Influence du travail.

Ce que nous venons de dire des effets de l'alimentation s'applique à plus forte raison à la mise en jeu des muscles pendant le travail et à la calorification exagérée qui en résulte. Ici encore c'est avant tout la régulation de la température interne, et non la plus ou moins forte humidité relative de l'air atmosphérique, qui règle l'intensité de l'élimination de la vapeur d'eau par le corps humain.

Limite de la soustraction d'eau du corps, et production de la sensation de la soif.

L'eau entre pour environ les deux tiers dans la composition des tissus du corps humain. Elle forme partie intégrante des cellules et des humeurs, et ne peut leur être soustraite impunément au delà d'une certaine limite. On doit admettre qu'il y a danger pour la vie dès que le corps a perdu $^1/_{10}$ de la totalité de l'eau qu'il renferme. La perte d'eau, causée d'une façon ou d'une autre, fait naître la sensation de la soif, laquelle a son siège dans la bouche et la gorge. Cette sensation se produit également lorsque les muqueuses de ces parties sont seules soumises au dessèchement, ainsi que cela a lieu, par exemple, en cas d'obstacle à la respiration nasale, ou lorsque l'on a longtemps parlé, etc. L'humectation des parties qui sont le siège de la soif fait disparaître la sensation, soit définitivement, soit momentanément.

Humidité de l'air par rapport au refroidissement dû à la conduction et au rayonnement.

L'humidité de l'air exerce encore une influence sur la déperdition de chaleur produite par la conduction et le rayonnement : lorsque l'humidité augmente, la perte de calorique due à ces causes devient aussi plus considérable. Ce résultat est compensé par la diminution dans la perte de chaleur qui résulte de l'obstacle apporté à l'évaporation par une forte humidité de l'atmosphère.

Un air froid et humide, en exagérant la conduction et le rayonnement, produit un refroidissement beaucoup plus intense qu'un air sec de même température. D'un autre côté, un air chaud et humide, en s'opposant à la fois à la conduction, au rayonnement et à l'évaporation de la sueur, produit une accumulation de la chaleur à l'intérieur de l'organisme; ce dernier résultat n'est pas possible avec un air à la fois chaud et

sec, en raison du refroidissement causé par la rapide évaporation d'eau à la surface pulmonaire et cutanée.

Humidité de l'air par rapport à la température extérieure.

L'humidité de l'air influe, en outre, d'une façon indirecte sur la santé de l'homme. En effet, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère absorbe une partie des rayons calorifiques, provenant tant du soleil que de la terre elle-même lorsqu'elle rayonne à son tour. Il en résulte que les variations de la température sont moins sensibles dans les régions dont l'air est chargé d'humidité que dans celles où il contient une quantité minime de vapeur d'eau. Or, on sait que les écarts brusques et considérables de la température ont toujours pour effet d'exagérer la morbidité.

Action de l'humidité de l'air sur les êtres inanimés.

L'air qui n'est pas saturé d'humidité tend à soutirer l'eau aux objets avec lesquels il se trouve en contact et cela proportionnellement à l'élévation de son déficit de saturation (*). A cette règle font seuls exception les êtres vivants chez lesquels, ainsi que l'a démontré *Rubner*, la soustraction d'eau par évaporation est éventuellement réglée par la régulation de la température interne (voir plus haut), et non par le degré d'humidité de l'air atmosphérique. L'importance que présente le déficit de saturation dans cette question du dessèchement par l'air a surtout été mise en lumière par *Flügge*. L'air sec a pour effet de favoriser la production de la poussière et expose ainsi aux inconvénients qui résultent de l'inhalation de celle-ci; par contre il exerce une action nocive et même destructive sur les germes morbides. De plus, comme une grande sécheresse coïncide habituellement avec un ciel serein, son action bactéricide vient s'ajouter à celle que possède en propre la lumière elle-même. Un grand intérêt s'attache pour l'hygiéniste à ces questions de la sécheresse des couches supérieures du sol, des habitations et des vêtements, sécheresse qui, comme nous venons de le voir, est sous la dépendance du déficit de saturation et non du degré d'humidité relative de l'air atmosphérique.

(*) Nous avons vu, page 7, que le déficit de saturation augmente avec la température. On a calculé que pour une même humidité relative de 60 °/₀, par exemple, le déficit de saturation est 1 gr. 95 par mètre cube d'air à 0 degré, et de 12 gr. 056 à 30°. C'est donc ce déficit de saturation qui exagère l'évaporation à la surface des objets et est cause du dessèchement produit (N. des T.).

d) **Poussières atmosphériques.**

En plein air les poussières atmosphériques existent rarement en assez grande quantité pour pouvoir exercer une action nocive sur la santé; par contre, dans certaines industries, elles constituent un facteur morbide avec lequel il faut compter (voir au chapitre de l'hygiène industrielle).

Filtres d'air. Lorsque l'on veut obtenir un air dépourvu de poussière, par exemple pour l'introduire dans les appareils de chauffage ou pour le faire servir à la ventilation, on le filtre, soit au moyen de couches de ouate disposées mollement sur des cadres appropriés, soit à l'aide d'un linge ou draperie-filtre.

Möller a préconisé ce système de linges-filtre qu'il dispose en soufflet à l'intérieur des tuyaux de ventilation de façon à faire présenter une très grande surface filtrante. L'air rencontrant ces surfaces sous un angle très aigu, est suffisamment ralenti pour leur abandonner ses souillures les plus épaisses; toutefois ces filtres ne sont pas capables de retenir les germes.

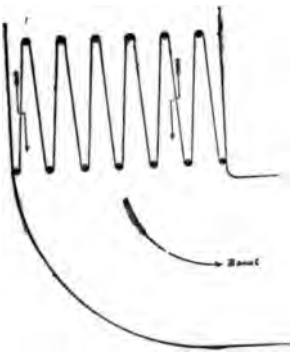


Fig. 12. Filtre d'air de *Möller*.

Bactéries de l'air. Les bactéries saprophytes de l'air sont sans importance; elles ne dépassent pas les parties supérieures des voies respiratoires, ou bien si elles pénètrent dans les poumons elles y meurent rapidement.

Des bactéries pathogènes n'ont pas été jusqu'ici découvertes dans l'air libre; par contre on a pu déceler leur présence dans l'air des appartements, et notamment dans la poussière des parquets sur lesquels elles ne tardent habituellement pas à tomber.

Les dangers d'infection par l'air des chambres peuvent être écartés par une ventilation suffisante, par une désinfection appropriée et par des nettoyages humides.

Germes des maladies infectieuses et de la malaria. A côté des bactéries, il existe dans l'air d'autres êtres vivants appartenant au règne animal. Parmi ces derniers, il semble en exister qui ne sont pas sans importance au point de vue hygiénique. Ainsi on peut admettre avec une certaine

probabilité que les germes des fièvres exanthématiques appartiennent au règne des protistes; et l'épidémiologie nous apprend que ces maladies peuvent être transportées par l'air. La même chose existe pour la malaria, qui est certainement produite par de petites amœbes (*), et qu'on prétend aussi pouvoir se transmettre par l'air.

Des exemples de la transmission des maladies par l'air nous sont surtout fournis par les hôpitaux de varioleux. C'est ainsi qu'en ce qui regarde l'hôpital Lariboisière, à Paris, on a pu démontrer que la plupart des cas de variole naissaient dans son voisinage, et que précisément les maisons situées dans la direction des vents dominants passant par l'hôpital, étaient plus affectées que les maisons exposées aux vents d'autre direction. A Scheffield on put s'assurer qu'à une distance de moins de mille pieds de l'hôpital des varioleux 1,75 % des maisons étaient envahies par la maladie, qu'entre mille et deux mille pieds il y en avait 0,5 %, entre deux et trois mille pieds 0,14 %, entre trois et quatre mille 0,05 %, et enfin au delà de cette limite seulement 0,02 %.

On peut facilement conclure de ces données que les hôpitaux pour maladies contagieuses doivent toujours être établis en dehors de l'enceinte des villes.

IV. Effets hygiéniques de la pression atmosphérique.

L'atmosphère développe sur le corps humain et sur les gaz contenus dans son sang et ses humeurs, une pression équivalente à environ 20.000 kilogrammes. Mais comme cette pression est générale, aussi bien intérieure qu'extérieure, elle passe complètement inaperçue.

a) **Pression atmosphérique diminuée.**

Lorsque la pression atmosphérique vient à diminuer, comme par exemple lors de l'ascension à de grandes hauteurs,

(*) Les germes de la malaria, que l'auteur désigne par le terme d' « amôben, » sont encore appelés du nom générique de plasmodium ou d'hématozoon malariæ. Ce sont des organismes dont la nature et la place dans l'échelle des êtres ne sont pas encore nettement établies; on les range actuellement parmi les protozoaires (N. des T.).

les parties constituantes de l'air se dilatent proportionnellement à la diminution de pression, et par le fait même occupent un espace plus considérable : l'air se raréfie. Il en résulte que son contenu en oxygène diminue d'autant, et ainsi, à une hauteur de 3.500 mètres, lorsque la pression n'est plus que les $^2/_3$ de la pression normale, nous n'inspirons plus à chaque mouvement respiratoire que les $^2/_3$ de la quantité d'oxygène que nous inspirons au niveau de la mer. Nous avons déjà exposé antérieurement les symptômes provoqués par cet apport moindre d'oxygène.

Action sur les gaz du sang. L'abaissement de la pression atmosphérique exerce son action sur les gaz du sang. Si, l'ascension étant lente, cet abaissement se produit sans brusquerie, les gaz du sang peuvent se dégager sans causer de troubles, car ils peuvent alors traverser les parois des capillaires. La dépression se produit-elle au contraire rapidement, il peut se former dans les vaisseaux sanguins des bulles gazeuses, de véritables embolies capables d'oblitérer un territoire étendu des capillaires. On peut attribuer principalement à cette cause la mort rapide de certains aéronautes qui s'étaient élevés à de très grandes hauteurs.

b) **Pression atmosphérique augmentée.**

Richesse plus grande du sang en gaz. L'augmentation de la pression atmosphérique a pour premier effet d'exagérer l'apport d'oxygène aux poumons. Ainsi qu'il a été dit page 18, l'hémoglobine n'en fixe pas pour cela une quantité plus considérable. Par contre, le plasma sanguin dissout d'autant plus d'oxygène et d'azote que la pression devient plus forte. Cette richesse plus grande du sang en gaz acquiert surtout de l'importance lorsqu'on se trouve en présence d'une élévation de pression atteignant plusieurs atmosphères, ainsi qu'on l'observe chez les ouvriers plongeurs (scaphandres) et particulièrement dans les appareils spéciaux appelés caissons. Ces derniers sont, comme on sait, des cages en fer qui sont maintenues sous l'eau et dans lesquelles l'air est comprimé au moyen de pompes foulantes. Les ouvriers sont obligés de travailler dans cet air comprimé qui s'échauffe rapidement et s'altère non moins vite par le fait de la respiration et de l'éclairage. Aussi note-t-on chez eux des symp-

tômes de diverses sortes, tels que sueurs profuses, grande disposition à la fatigue, mouvements respiratoires fort ralentis et plus profonds, de la céphalalgie et enfin, chez ceux qui souffrent d'un catharre pharyngien avec obstruction de la trompe, le refoulement en dedans de la membrane tympanique ainsi que des douleurs d'oreilles.

Des accidents redoutables peuvent en outre se produire lorsqu'on abaisse brusquement la pression intérieure de ces caissons, ou lorsqu'on en sort sans passer par des pressions progressivement diminuées ; les gaz du sang peuvent en effet, comme nous l'avons vu, s'échapper en bulles gazeuses qui peuvent aller oblitérer de nombreux vaisseaux et produire soit des paralysies temporaires ou définitives, soit même la mort.

Grâce à l'emploi de l'électricité on est parvenu aujourd'hui à supprimer la cause de l'altération de l'air qui provenait de l'éclairage de ces caissons; d'un autre côté, ceux-ci ont été avantageusement remplacés par des appareils perfectionnés de diverses sortes ; enfin, on veille aujourd'hui avec plus de soin à ce que les ouvriers ne reviennent à l'air libre qu'après avoir passé un temps suffisamment long dans des pressions progressivement diminuées.

Pour ce qui est des légères variations dans la pression atmosphérique auxquelles nous sommes soumis à hauteur du niveau de la mer, différences qui ne peuvent du reste guère dépasser 40 millimètres, elles n'exercent à proprement parler sur notre santé aucune influence appréciable.

V. Des influences hygiéniques de la température.

A. Régulation de la température interne.

Les organismes à sang chaud présentent la propriété de s'accommoder aux différentes températures extérieures, grâce à la faculté qu'ils possèdent de pouvoir maintenir leur chaleur interne constante. Cette régulation de la température repose tantôt sur une production exagérée de calorique, et tantôt sur une émission plus considérable de celui-ci.

Production de la chaleur animale.

La chaleur animale est produite par la combustion des matériaux nutritifs. Un gramme d'albumine fournit 4,2 calories, un gramme d'hydrocarbure en produit 4,1 et un gramme de graisse 9,4. La destruction de ces substances, et comme suite la calorification, a son siège dans les cellules de l'organisme, et tout particulièrement dans les muscles ainsi que dans les glandes. Le froid extérieur constitue l'excitant normal de ces actions chimiques, et cette excitation se propage par voie nerveuse aux organes qui en sont le siège. Lorsque le froid est vif, et par conséquent l'excitation intense, l'exagération des phénomènes de combustion intramusculaire se traduit extérieurement sous forme de frisson, de tremblement musculaire. Dès que les aliments sont introduits dans l'organisme, les glandes digestives entrent en activité et deviennent, elles aussi, le siége d'une calorification énergique; à ce point de vue, elles se substituent alors aux muscles, et produisent environ la moitié de la chaleur nécessaire si la température est à 0°, tandis que si la température est élevée elles fournissent à elles seules assez de calorique pour procurer à l'organisme sa température de 37°. De ce qui précède, il résulte que l'alimentation (surtout les aliments riches en albumine) ainsi que le travail musculaire sont les deux sources principales de la chaleur produite par l'organisme. Un adulte fournit en moyenne par jour 2300 calories lorsqu'il est à l'état de repos, 2800 lorsqu'il se livre à un travail modéré, et 3400 lorsqu'il se livre à un travail pénible.

Déperdition de la chaleur.

La plus grande partie de la chaleur produite à l'intérieur de nos tissus se perd à travers la peau. Cette déperdition a lieu par conduction, par rayonnement, par transport, et par évaporation d'eau.

a) Par la peau.

Plus est marquée la différence de température entre la peau et l'air ambiant et plus il se perd de calorique par conduction. L'air qui s'est échauffé à notre contact s'élève alors, ou est emporté par un courant, réalisant ainsi la perte de chaleur par transport.

L'intensité du rayonnement par la peau dépend de la nature des objets exposés à ce rayonnement et de la différence de température. Rappelons ici que l'air est diathermane, ce qui veut dire qu'il se laisse traverser par les rayons de chaleur

sans en presque rien absorber, et qu'ainsi il s'échauffe très peu par le fait du rayonnement.

La déperdition de chaleur par évaporation de la sueur à la surface cutanée constitue le plus puissant régulateur de la chaleur animale. On a en effet calculé que pour faire passer 4 litres d'eau à l'état gazeux, il se dépense une quantité de chaleur égale à celle que l'organisme à l'état de repos est capable de produire en un jour entier. On peut donc en conclure que puisque l'homme élimine journellement 900 gr. d'eau par la perspiration cutanée, il laisse échapper de cette façon environ 25 % de sa chaleur totale. Il est clair que plus il perd de calorique par conduction et rayonnement et moins il doit en émettre par la perspiration cutanée.

b) par les poumons.

Par les poumons se perd également une partie du calorique interne, et cela d'abord par l'évaporation d'eau à la surface toujours humide de l'appareil pulmonaire, ensuite par l'échauffement de l'air relativement froid introduit à chaque inspiration.

c) par l'échauffement des aliments.

La dépense de calorique qui est nécessaire à l'échauffement des matériaux de nutrition est beaucoup moins considérable que les précédentes. La comparaison entre les différentes pertes qui se font par la peau, par les poumons, et par le tube digestif peut être exprimée par le rapport 87 : 11 : 2.

Régulation de la déperdition de chaleur.

L'émission de la chaleur peut être réglée de différentes façons : 1) par la plus ou moins forte accélération des mouvements respiratoires; — chez l'homme ce facteur est de moindre importance, contrairement à ce qui a lieu pour les animaux à sang chaud chez lesquels n'existe pas la sécrétion de la sueur; 2) par le plus ou moins d'étendue de la surface extérieure du corps; — plus cette surface est petite relativement au contenu, et moins est intense le refroidissement. Partant de là, l'enfant émet relativement plus de calorique que l'adulte; comme conséquence, il en produit aussi relativement plus que ce dernier : le nouveau-né fournit journellement pour chaque kilogramme de son poids 91 calories, un enfant de 2 ½ ans en produit 81, un de 14 ans 52, un adulte pendant le travail 41 et un adulte en repos 35. En revanche, la déperdition par mètre carré de surface est la même chez l'enfant et chez l'adulte et comporte environ

1300 calories par jour; 3) par la plus ou moins forte réplétion des vaisseaux cutanés et comme suite le plus ou moins d'abondance de la sécrétion sudorale.

Les différentes ressources précédemment exposées, dont l'homme dispose pour la régulation de sa température, ne parviennent pas toujours à créer par elles seules l'équilibre indispensable. Dans les régions à climat froid ou tempéré, les pertes de calorique sont en effet souvent trop considérables pour pouvoir être compensées par les seules ressources de l'organisme. La régulation naturelle de la température demande alors à être secondée, et c'est ce que nous réalisons par l'usage des

B. Vêtements.

a) Structure des tissus.

Tissus employés pour vêtements.

Les tissus qui servent le plus à la confection des vêtements, sont : la laine, la soie, le coton et la toile; pour certaines pièces de vêtement on emploie également le feutre et le cuir. Le tableau suivant met en regard les principaux caractères différentiels de ces divers tissus.

	Caractères microscopiques à 100 grossissements :	Caractères chimiques :
Soie :	Fibres apparaissant comme des tubes homogènes, cylindriques, sans canal médullaire.	Se gonfle dans une solution ammoniacale de cuivre, se dissout dans une solution de 10 % de potasse caustique, se colore nettement dans l'acide picrique, brûle difficilement en laissant comme cendre un charbon ferme et poreux; dégage alors l'odeur de cheveux brûlés.
Laine :	Fibres rondes avec pas, ou seulement des traces, de canal médullaire; laisse voir un ensemble de cônes épithéliaux s'emboîtant les uns dans les autres, se recouvrant comme des tuiles.	Ne gonfle pas dans une solution ammoniacale de cuivre; pour le reste, comme la soie.

	Caractères microscopiques à 100 grossissements :	Caractères chimiques :
COTON :	Fibres lisses, aplaties, légèrement tordues, possédant un étroit canal médullaire aplati.	Se gonfle rapidement dans l'acide sulfurique anglais en prenant un aspect gélatineux ; ne se dissout pas dans la potasse caustique ; se gonfle dans la solution ammoniacale de cuivre ; ne se colore pas nettement dans l'acide picrique ; s'allume facilement et continue à brûler sans odeur désagréable et sans cendre ferme.
TOILE :	Fibres cylindriques, non tordues, pourvues d'un très fin canal médullaire, montrant de distance en distance des lignes transversales qui sont les canalicules des pores.	Ne sont pas modifiées par un court séjour dans l'acide sulfurique anglais ; pour le reste, se comportent comme les fibres de coton.

Le but des vêtements est tantôt de défendre le corps contre une trop grande chaleur venant du dehors, et tantôt de le protéger contre le refroidissement en l'empêchant de trop perdre de son propre calorique.

b) Protection contre la chaleur extérieure.

Il s'agit principalement ici de la défense contre les rayons lumineux. Plus les habits sont clairs et moins ils absorbent de rayons de cette nature. L'expérience a prouvé que si l'on représente par 100 la somme de rayons absorbés par une étoffe blanche, on aura comme chiffre d'absorption pour la couleur jaune clair 102, pour le jaune foncé 140, pour le vert clair 152, pour le rouge 168, pour le bleu clair 198, pour le noir 208. La nature de l'étoffe n'a pas ici d'importance spéciale, l'absorption restant la même pour les diverses sortes de tissus. Il importe par contre que les différentes pièces de vêtements présentent une assez bonne largeur pour que la chaleur absorbée puisse facilement être entraînée par transport. Pour ce qui est du genre de coiffure à adopter pour protéger la tête contre les trop fortes chaleurs, on choisira

de préférence un chapeau fait d'une substance poreuse (agave ou liége), à bords larges et profonds, muni d'une coiffe blanche, et de forme assez haute pour que l'air puisse y circuler librement.

c) **Protection contre les refroidissements.**

Lorsqu'on place le bras d'un homme dans un calorimètre, on parvient à mesurer la quantité de chaleur qui s'en dégage. On peut ainsi constater que la chaleur perdue est plus considérable lorsque le bras est nu que quand il est par exemple recouvert d'une chemise seule ou d'une chemise et d'un paletot superposés. Lorsque l'air atmosphérique a une température de 15,8° C. par exemple, on observe au calorimètre que, le bras étant enveloppé d'une chemise de laine, il y a 10 % en moins de calorique perdu; avec une seconde chemise il y en a 17,4 %, après interposition d'une chemise de toile 19 %, après addition d'un habit 32,5 %, et enfin avec le manteau 38,7 %.

D'un autre côté, la déperdition de calorique du corps est toujours moindre lorsque la température extérieure s'élève, et l'on a calculé que pour chaque élévation d'un degré de celle-ci, l'émission de calorique baisse dans la proportion d'environ 2,75 % de la chaleur totale. Or nous avons vu qu'avec une chemise de laine il y a une épargne de calorique de 10 %, lesquels, puisque 10 : 2,75 = 3,6, correspondent donc à une élévation de 3,6° de la température extérieure. Lorsque celle-ci sera de 15,8°, un bras recouvert d'une chemise de laine émettra donc la même quantité de chaleur qu'un bras nu à une température de 15,8 + 3,6 ou 19,4° C. Un bras recouvert à la fois de chemises de laine et de toile, d'un habit et d'un manteau se comportera donc à la température de 1,7° C., comme le ferait un bras nu à une température de 15,8° (38,7 : 2,75 = 14,1°; 15,8° — 14,1° = + 1,7°). Les chiffres qui viennent d'être cités pour le bras, ne sont pas mathématiquement applicables au restant de la surface du corps, mais constituent cependant un tableau d'une exactitude suffisante pour fixer les idées à ce sujet.

La réduction des pertes de calorique due aux vêtements a comme corollaire une diminution dans la production de la

chaleur interne et partant des besoins moindres en matériaux nutritifs.

Influence des vêtements sur la déperdition de calorique. *a*) par rayonnement.

Comme nous l'avons vu plus haut, nous émettons notre calorique par rayonnement, par conduction, par transport, et par évaporation d'eau. Lorsque nous nous couvrons de vêtements, nous augmentons notre propre surface et nous substituons à la face unie de notre tégument celle plus rugueuse des étoffes. Il en résulte que notre corps devrait rayonner davantage lorsqu'il est recouvert d'habits que quand il est nu; mais il faut remarquer que la température est moindre à la surface des vêtements que sur la peau, ce qui restreint le rayonnement dans une assez forte mesure. En effet, quand la température de l'air est de + 15° C., celle de la peau est d'environ 34,8° C., celle de la face externe d'une chemise de laine appliquée sur la peau 28,5° C., celle de la face externe d'un gilet 23,0° C., et celle de la face externe d'un habit 19,4° C. Il semble donc, d'après ce qui précède, que les vêtements n'exercent pas une grande influence sur le rayonnement du corps humain.

b) par conduction

La conduction du calorique à travers les vêtements (ceux-ci étant supposés secs) équivaut à la conduction à travers une couche d'air immobile. Son intensité dépend très peu de la nature du tissu employé, laine, coton, etc. Par contre, la structure du tissu, c'est-à-dire le mode d'enchevêtrement de ses fibres, est loin d'être indifférent. Ainsi, une étoffe épaisse et lâche, dont les pores contiennent par conséquent beaucoup d'air, conduit plus mal le calorique qu'un tissu mince, serré, et renfermant peu d'air dans ses mailles. Disons ici qu'on peut approximativement évaluer l'épaisseur d'une chemise de laine à 2,5 mm., et celle d'un habit à 5—7 mm. En outre de l'air contenu dans les mailles des tissus, il en existe encore une couche entre les différentes pièces de vêtements; cet air étant mauvais conducteur, nous protége efficacement contre les pertes par conduction. L'habitude qu'ont les habitants du nord de la Chine de se revêtir, pendant leurs hivers très rigoureux de plusieurs habits ouatés, est donc parfaitement justifiée. Lorsque les vêtements sont trop serrés, les couches d'air protectrices manquent, et la perte de calorique est plus marquée; nous

le constatons facilement par le froid que nous éprouvons aux genoux, lorsque nous nous tenons assis dans un local refroidi.

c) par transport. L'air qui s'est échauffé au contact de notre corps tend sans cesse à s'élever et à s'éloigner de nous; il emporte donc de notre calorique, ou, en d'autres termes, nous perdons du calorique par transport. Le moyen de s'opposer à cette perte consiste à ne pas porter des habits trop larges ni à mailles trop ouvertes. En effet, si nos vêtements sont facilement perméables à l'air, il se produit sous l'influence du vent une perte de chaleur par transport qui s'ajoute à celle qui se fait naturellement. Il est donc bon que notre manteau ait une surface unie et solidement tissée. On sait que pour se protéger contre la pluie, les marins se revêtent d'étoffes unies et imprégnées d'huile; ces étoffes ont en même temps la propriété, en cas de vents froids et violents, de les mettre à l'abri d'une trop forte perte de calorique par transport.

Les différentes pièces de vêtement ne sont pas également perméables à l'air. Ainsi un vent d'une vitesse de 20 mètres à la seconde fait passer, pendant l'espace d'une minute, à travers une surface d'un cm^2 de flanelle, 10 litres d'air; à travers la même surface de toile, 6 litres; de soie, 4 litres, et de cuir, 0,1 litre.

d) par évaporation d'eau. Le port des vêtements augmente l'élimination de l'eau qui s'évapore à la surface cutanée. Déjà lorsque la température extérieure est à 16° C., l'homme qui est habillé, met en jeu sa régulation physiologique du calorique par une abondante évaporation d'eau. L'air extérieur, en pénétrant lentement à travers les vêtements, s'échauffe progressivement jusque 30 à 33°, ce qui le rend apte à se charger d'une plus forte quantité d'humidité; l'eau émise par la peau peut ainsi s'évaporer sans qu'il y ait production de sueur proprement dite. D'un autre côté, le renouvellement continuel de l'air à travers les vêtements fait que le degré d'humidité relative entre la peau et la chemise reste relativement peu élevé, atteignant d'habitude 30 à 40 % et rarement 60 %.

Eau hygroscopique. La sueur, lorsqu'elle s'évapore rapidement, pénètre dans l'épaisseur même des fibres des vêtements de dessous, formant ce qu'on a appelé l'eau hygroscopique, laquelle se répand lentement dans l'air ambiant. La laine est le tissu qui a la

propriété d'absorber le plus d'eau hygroscopique et qui perd son humidité avec le plus de lenteur; c'est donc elle qui expose le moins au refroidissement provoqué par l'évaporation.

La sueur liquide, perlant en gouttes sur la peau, pénètre, à la façon de la pluie, dans les pores des tissus qu'elle remplit d'eau, formant ainsi ce qu'on a appelé l'eau d'interposition. Eau d'interposition.

La toile et le coton ainsi que la soie sont les tissus qui se saturent le plus rapidement et le plus complétement d'humidité. Les fibres de ces tissus perdent ainsi rapidement leur élasticité, et l'étoffe revenant sur elle-même s'applique étroitement contre la peau. Il en résulte que la conduction du calorique est augmentée, que la température de la surface rayonnante s'élève, et qu'une grande quantité de chaleur est dépensée pour produire l'évaporation.

La laine, et particulièrement la laine qui est tricotée au lieu d'être tissée (étoffe de *Jäger*), de même que le réformcoton, également tricoté de *Lahman*, ont l'avantage de garder leur élasticité lorsqu'ils viennent à être mouillés; leurs pores ne se fermant pas, il reste de l'air dans le tissu, bien que celui-ci s'imprègne d'eau plus que tout autre. Le refroidissement se fait ainsi d'une façon moins intense; de plus, ces deux étoffes retiennent plus longtemps l'eau qu'elles ont absorbée : l'évaporation se faisant ainsi plus lentement nous impressionne d'une manière moins désagréable.

La déperdition de calorique qui se fait aux dépens d'un bras enveloppé d'une bande de flanelle mouillée, est triple de celle qui a lieu lorsque le bras est nu, et quintuple de celle qui se produit lorsque le bras est enveloppé d'une bande sèche.

Pour protéger le corps et les habits contre la pluie, on se sert soit de vêtements en caoutchouc, soit d'étoffes rendues imperméables au moyen d'une préparation chimique spéciale. Etoffes imperméables.

Les vêtements en caoutchouc garantissent parfaitement contre la pluie, mais ils ont l'inconvénient d'être imperméables à l'air. L'air emprisonné par eux se sature rapidement d'humidité, et la sueur qui se collecte alors en gouttes mouille les vêtements de dessous. L'humectation se fait de la sorte du dedans au lieu de se faire du dehors.

Les étoffes rendues chimiquement imperméables sont faites avec des tissus solides, à mailles serrées, qu'on fait bouillir dans une solution d'alun à 2 %, et qu'on dépose ensuite dans une solution chaude de savon de soude : il se forme alors un savon insoluble d'alumine qui adhère intimement aux tissus et qui n'a pas la moindre affinité pour l'eau. On peut les obtenir aussi en traitant les tissus à l'acétate acide d'alumine, puis en les exposant à l'air libre : l'évaporation de l'acide acétique fait déposer sur les fibres un acétate basique d'alumine qui est également dépourvu d'affinité pour l'eau.

Les pores des étoffes ainsi traitées restent ouverts, les fibres seules sont rendues imperméables à l'eau à la façon des plumes des oiseaux aquatiques; il en résulte que malgré leur imperméabilité pour l'eau, ces étoffes n'entravent pas la circulation de l'air. Lorsque le vent est fort, il peut arriver que la pluie soit poussée à travers les pores eux-mêmes sans que les fibres soient pour cela humectées.

Choix à faire entre la laine et le coton.

On a beaucoup discuté dans ces dix dernières années la question de savoir lequel des deux tissus, la laine ou le coton, convenait le mieux pour les vêtements de dessous. Cette question ne peut être tranchée d'une manière absolue pour tous les cas à la fois. S'agit-il d'économiser du calorique, on donnera le plus souvent la préférence aux vêtements de dessous en laine parce qu'ils sont plus épais; une chemise de laine remplit sous ce rapport à peu près le même office que deux chemises de coton. S'agit-il par contre de se protéger contre un excès de chaleur (comme, par exemple, sous les tropiques), on veillera avant tout à assurer une facile conduction du calorique et une prompte évaporation de la sueur; dans ce but on ne se couvrira que d'un seul vêtement (par exemple une chemise de chasse) ou bien on en portera deux très légers, dont l'un constitué par une camisole sans manches en étoffe très mince (singlet des Anglais) et l'autre par une jaquette ample; il importe peu ici que l'on choisisse la laine ou le coton; cependant les étoffes de laine sont généralement plus épaisses, et par suite moins bonnes conductrices du calorique. S'attend-on à de fortes transpirations en même temps qu'à des variations de température, c'est la laine ou le réformcoton qui sont à recommander.

Dans nos régions, le coton, surtout sous forme de réformcoton, pourrait être employé pendant les saisons chaudes; mais tout dépend des conditions locales, des occupations, etc.

Nous ferons remarquer encore qu'un certain nombre de personnes sont très sensibles à l'action irritante que la laine exerce sur la peau, et que les lavages fréquents ont pour résultat de feutrer les étoffes de laine qui finissent ainsi par perdre leurs propriétés caractéristiques.

d) **Autres propriétés des vêtements.**

Propreté des vêtements.

Les vêtements doivent toujours être maintenus dans un grand état de propreté; en effet, abstraction faite de toute raison d'esthétique, le nettoyage est nécessaire pour les vêtements de dessus afin de les débarrasser des germes morbides qui peuvent éventuellement y adhérer, et il est plus nécessaire encore pour les vêtements de dessous qui se chargent d'une grande partie des souillures de la peau. Sous ce rapport la laine est l'étoffe qui se laisse le mieux traverser par la sueur et les substances qu'elle entraîne; elle-même reste néanmoins relativement propre, car elle abandonne les produits d'excrétion aux vêtements qui la recouvrent. En raison de l'intensité différente de la sécrétion sudorale dans les différentes régions du corps, certaines pièces de vêtements se souillent plus rapidement que d'autres au contact de la peau; c'est ainsi qu'un caleçon est souillé au même degré après 8 jours d'usage, qu'une chemise après 4 jours et qu'une paire de bas après un seul jour.

Les vêtements ne doivent en aucune circonstance pouvoir nuire à notre santé; c'est là un principe d'hygiène qui n'est que trop souvent méconnu en dépit de son évidence.

Couleurs toxiques.

En Allemagne, il est interdit de faire usage des couleurs arsénicales dans la fabrication des habits, tapisseries, tentures, fleurs artificielles, abat-jour, etc. (loi du 5 juillet 1887); les macérations colorantes à l'arsenic ne peuvent être utilisées que si celui-ci ne s'y trouve point à l'état de composé soluble dans l'eau, ou si sa quantité ne dépasse pas 0,002 gr. par 100 centim. carrés d'étoffe. Les propriétés toxiques que l'on a fréquemment attribuées aux étoffes colorées à l'aniline peuvent le plus souvent être rapportées à l'arsenic qu'elles renferment; pour ce

qui est des éruptions cutanées qu'on a parfois constatées à la suite du port de vêtements de dessous colorés à l'aniline, on ne s'explique pas encore très bien leur production. On a maintes fois aussi accusé les vêtements d'avoir donné lieu à des symptômes d'empoisonnement plombique.

Constriction par les vêtements. Les vêtements ne peuvent en aucune circonstance exercer une constriction exagérée; on doit donc condamner les cols serrants, les jarretières en tissu élastique, les ceintures trop étroites et les corsets serrés. A la vérité, l'usage du corset est pour les femmes presqu'une nécessité, parce qu'il supporte d'une manière convenable le poids assez considérable des autres vêtements; mais si l'on ne peut guère s'en passer, on est du moins en droit d'exiger qu'il n'exerce pas de constriction nuisible.

Chaussures. Nous n'avons que trop souvent à souffrir de la défectuosité de nos chaussures, parce qu'en général ceux qui les confectionnent ne tiennent pas assez compte de la conformation du pied. Celui-ci n'est pas formé de deux moitiés symétriques : il a sa plus grande hauteur dans le voisinage de son bord interne, et sa plus grande longueur, au lieu de correspondre à la ligne médiane, se trouve au niveau d'une ligne sensiblement parallèle au bord interne du pied et réunissant le milieu du talon au milieu de la tête du 1er métatarsien : ligne de *Meyer*. La forme de la chaussure doit nécessairement être en rapport avec ces données. Dans ce but, le cordonnier qui prendra la mesure, aura soin de faire reposer le pied sur une feuille de papier, et avec un crayon il en circonscrira le contour pour tailler ensuite la semelle d'après le modèle obtenu. Pour permettre le déployement du pied pendant la marche, la semelle sera en outre allongée d'environ la moitié de l'épaisseur du gros orteil.

Les cors aux pieds, si fréquents actuellement, les ongles incarnés, les saillies anormales résultant de la déformation des articulations par la pression des chaussures, disparaîtront avec toutes leurs conséquences lorsqu'on ne confectionnera plus les souliers que d'après la forme du pied *(Fig. 13 et 14)*; de pareils souliers ne sont du reste pas désagréables d'aspect. Chez les enfants on observera plus sévèrement encore les règles précitées, et chez eux en outre, les bas devront être confectionnés différemment pour chaque pied. A cet effet, le tricot

une fois arrivé aux orteils, ne sera rétréci, pour le pied droit, qu'au niveau du bord gauche, et pour le pied gauche, qu'au niveau du bord droit.

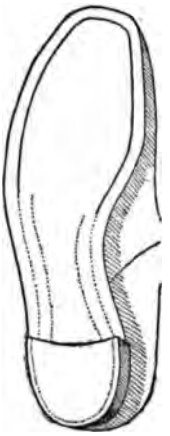


Fig. 13. Forme et Fig. 14. Semelle du soulier.
d'après *Brandt v. Lindau.*

Une incommodité fréquemment observée chez l'homme est la transpiration des pieds; celle-ci est artificiellement entretenue par le fait que l'on maintient en quelque sorte les pieds dans un bain de vapeur qui se prolonge pendant des années. Les bottines à élastiques, qui sont les plus usuelles, ne permettent en effet aucun accès à l'air, et les pieds y transpirent facilement surtout si, comme cela n'arrive que trop souvent, on porte en plein été de grosses chaussettes en laine sous prétexte d'éviter les refroidissements.

Pour prévenir ces transpirations des pieds on ne devra chausser que des bottines en étoffe ou des bottines à lacer; on portera de minces bas en coton qui seront renouvelés tous les jours; chez soi on fera usage de pantoufles très amples, et enfin on fera bien de se laver chaque jour les pieds à l'eau fraîche.

L'homme passe environ le tiers de son existence dans son lit. Le lit.

Le lit doit être large et spacieux; le matelas sera fait de laine ou de crin. Si on ne fait usage que d'une paillasse, la paille en sera secouée chaque jour et en outre sera souvent renouvelée; sur la paillasse on étendra une couverture de laine,

puis par dessus le drap de lit. Les matelas en plumes sont peu recommandables, car ils se moulent trop exactement sur les différentes parties du corps et constituent un obstacle à la perspiration et à la conduction du calorique; en outre, les matelas ordinaires sont plus faciles à maintenir propres. Les édredons en duvet protégent bien contre le froid et sont d'un bon usage pour les climats du Nord et pour l'hiver; pour l'été ils sont trop chauds et on doit leur préférer les couvertures de laine ou la courtepointe ouatée; on peut y ajouter un coussin de plumes pour les pieds. Comme oreiller on se servira d'un coussin bien rembourré de crin ou de laine. En cas de besoin la désinfection des literies en plumes et des literies en général se pratiquera à l'aide d'un courant de vapeur. Les lits doivent chaque jour rester ouverts pendant plusieurs heures dans un but d'aération; en outre on fera bien d'exposer souvent les literies au soleil.

e) **Soins à donner à la peau.**

La peau participe activement, comme nous l'avons vu, à la régulation de la température interne; elle peut retenir à sa surface et transporter des germes pathogènes; elle peut servir de voie d'absorption pour certains poisons comme, par exemple, l'arsenic. Sa surface est continuellement souillée par la sueur avec ses composés organiques et ses sels, par les cellules épidermiques exfoliées, par les sécrétions des glandes sébacées, et par la poussière de la rue. L'enduit sale et graisseux qui en résulte n'est que partiellement enlevé par le linge de corps; il devient le siège de fermentation, dégage des odeurs désagréables et sert de terrain de culture aux bactéries; aussi doit-on avoir soin d'en débarrasser le corps. La peau est enfin l'organe qui est le plus exposé aux refroidissements et nos efforts doivent tendre à atténuer sa sensibilité.

Pour les différentes raisons précitées, la peau demande des soins particuliers qui lui sont surtout procurés par les lavages et par les bains.

Bains d'eau courante, et bains de baignoire.

On distingue les bains en bains d'eau courante et de piscine, en bains pris en baignoires et en bains-douches.

Les premiers permettant l'exercice de la natation, provoquent des inspirations profondes et une gymnastique musculaire dont l'action favorable s'ajoute à celle du bain. Les bains

de piscine ont l'avantage de pouvoir être pris même pendant l'hiver; l'eau y est alors chauffée au moyen de serpentins ou par un afflux direct de vapeur; l'eau propre arrive par une extrémité du bassin, l'eau qui a servi se déverse par l'autre extrémité.

Les bains pris en baignoire conviennent très bien pour entretenir la propreté, pour tonifier la peau et l'aguerrir contre le froid; malheureusement le prix en est trop élevé. Il serait à désirer que dans les fabriques on utilisât la vapeur perdue pour établir des installations de bains; on pourrait avoir ainsi des bains à très bon compte. Les baignoires en fer, émaillé en blanc, sont les plus recommandables.

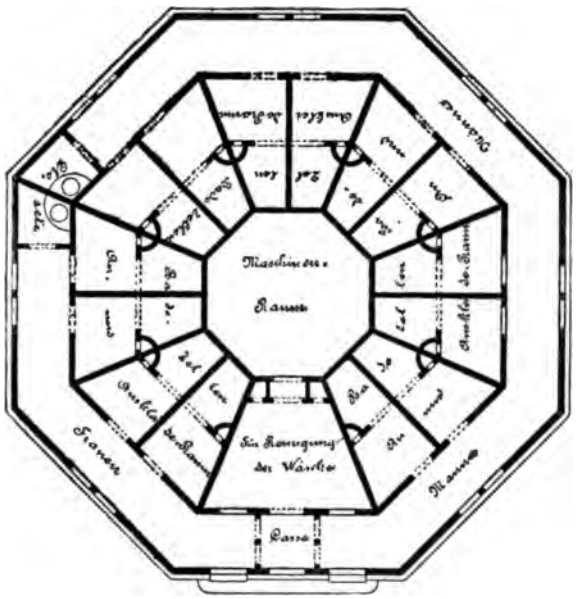


Fig. 15. Plan de l'établissement des bains-douches publics de Francfort.

Maschinen-Raum : local pour machines ; *Bade-Zellen :* cabines de bain ; *An und Auskleide Raum :* cabines de toilette ; *Für Reinigung der Wäsche :* local pour le lavage du linge; *Gasse :* entrée ; *Frauen :* femmes ; *Männer :* hommes.

Bains-douches.

Les bains-douches ont l'avantage d'être peu coûteux. Leur installation consiste en un réservoir élevé à une certaine hauteur, et dans lequel l'eau peut, si on le désire, être chauffée par addition de vapeur ou d'eau chaude; de ce réservoir partent des tuyaux qui vont se distribuer aux différentes cabines et

s'y terminent en pomme d'arrosoir *(Fig. 16)*. Pour un bain-douche 10 litres d'eau sont suffisants, alors qu'il en faut 280 pour un bain pris en baignoire.

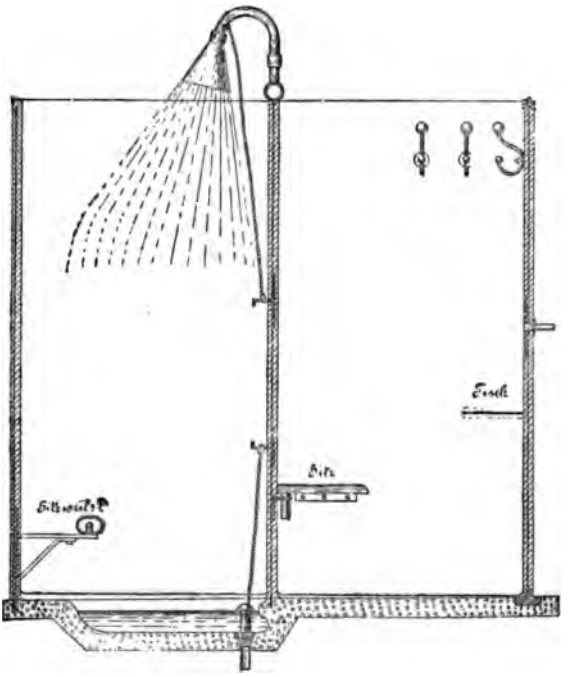


Fig. 16. Cabine de bain et cabine de toilette.
Tisch : table ; *Sitz* : siège ; *Sitzwulst* : tabouret.

Les bains-douches ont été installés en premier lieu dans les casernes ; ensuite, suivant l'exemple de la ville de Gœttingue, on en a établis dans des écoles publiques ; les fabriques les ont utilisés à leur tour et enfin, dans ces derniers temps, ils ont été adoptés par certaines villes qui en font des installations à l'usage du peuple *(Fig. 15)*.

Malheureusement les classes peu aisées n'usent guère des bains, alors même qu'ils sont peu coûteux et mis à leur portée. C'est là un motif de plus pour recommander les installations de bains dans les écoles publiques, afin que les jeunes gens acquièrent pendant leur éducation l'habitude de la propreté du corps, et qu'ils apprennent à considérer l'hygiène de la peau comme indispensable à la santé.

C. Des températures excessives et des variations de la température.

Grâce à la faculté qu'il possède de pouvoir régulariser dans une large mesure sa température interne, grâce en outre à la protection des vêtements et à l'endurcissement au froid que procure une hygiène de la peau bien entendue, l'homme est à même de supporter des températures excessives de —60° d'une part et d'environ + 60° d'autre part.

a) **Basses températures.**

Lorsqu'à l'aide des moyens précités, l'homme ne parvient pas à maintenir sa température à la hauteur normale, il se trouve exposé au danger de la congélation.

Les accidents de la congélation peuvent être généraux ou locaux.

Dans la production des congélations générales ce n'est pas autant l'intensité même du froid qui joue un rôle prépondérant — la congélation peut en effet survenir au-dessus de 0°, et d'autre part nous venons de voir que l'homme est à même de supporter des températures de —60° — que les conditions capables d'exagérer l'élimination du calorique : un air humide, un vent fort, des vêtements mouillés, le faible volume du corps (enfants), le contact prolongé avec le sol nu jouent souvent ici le rôle décisif. Les phénomènes de la congélation se déroulent de la façon suivante : les vaisseaux cutanés commencent par se contracter, pour conserver au corps le plus de chaleur possible ; puis, peu à peu, la musculature se paralyse, les vaisseaux se dilatent, donnant largement accès au sang, qui abandonne une grande partie de son calorique ; la pression sanguine baisse, l'impulsion du cœur et la respiration faiblissent, l'intelligence s'éteint ; enfin, la mort survient lorsque la chaleur du corps est descendue à environ 25° C. Congélations générales.

Dans la plupart des cas de congélation générale, on constate que les personnes frappées sont des voyageurs que la lassitude a vaincus avant qu'ils aient pu atteindre un logis protecteur. Tout ce qui prédispose à la fatigue doit donc être soigneusement évité par quiconque se trouve exposé au

danger qui nous occupe; l'usage de l'alcool est, sous ce rapport, également dangereux. Lorsqu'on sera obligé de passer la nuit ou de se reposer au dehors, on s'efforcera de restreindre autant que possible la déperdition de calorique : on choisira un endroit à l'abri du vent, on se confectionnera une couche de branches et de feuilles, on se recouvrira de ces dernières, et au besoin on se creusera un trou dans la neige; on parviendra ainsi à atténuer dans une certaine mesure les dangers de ces situations toujours graves.

Congélations locales.

Les congélations partielles ou locales atteignent habituellement les parties du corps présentant une grande surface pour un petit volume : pointe du nez, oreilles, doigts, orteils. La protection de ces parties s'obtient au moyen des gants, des couvre-oreilles et des masques en laine tricotée (fort usités dans les Cordillères).

b) **Températures élevées.**

Coup de soleil.

La chaleur peut exercer une action nuisible par rayonnement direct, ou autrement dit par insolation. Dans ce cas, la surface du corps absorbe une notable partie des rayons qui la frappent. L'intensité du rayonnement est elle-même due soit à la direction très verticale des rayons, comme par exemple sous les tropiques, soit à leur faible extinction dans l'atmosphère, comme cela a lieu sur les hautes montagnes. Les parties de la peau atteintes rougissent et deviennent le siège d'une exfoliation épidermique. Si le crâne a été plus particulièrement exposé, on peut voir apparaître des accidents méningitiques (coup de soleil au sens étroit du mot). Toutefois, dans la plupart des cas, l'insolation évolue d'une autre façon : au lieu qu'il se développe des symptômes locaux graves au niveau des parties exposées au rayonnement, on voit plutôt celui-ci aider à l'accumulation de la chaleur dans le corps entier, et donner lieu aux symptômes du coup de chaleur.

Coup de chaleur.

Le coup de chaleur ou coup d'échauffement survient, par un ciel serein et plus souvent par un ciel couvert, sous l'influence de températures qui procurent au corps une plus ou moins forte quantité de chaleur, lorsqu'en même temps l'air se trouve chargé d'humidité.

Il se produit donc lorsque la somme de calorique enlevé au corps par conduction, rayonnement, transport et évaporation d'eau, est inférieure à la somme de calorique produit. Plus l'air est chaud, calme et humide, plus il y a de travail fourni, et plus aussi le danger du coup de chaleur devient imminent. C'est pour cette raison que l'on voit cet accident frapper particulièrement les chauffeurs sur les navires, ou les soldats sanglés dans leur uniforme et chargés de leur paquetage, marchant en rangs serrés dans des rues à l'abri du vent.

Les personnes frappées du coup de chaleur commencent par transpirer abondamment; la sueur leur descend le long du corps sans avoir eu le temps de s'évaporer; la face apparaît rouge et bouffie; puis la sudation s'arrête peu à peu, les yeux deviennent brillants, la parole hésitante; la respiration s'embarrasse, le travail et les mouvements ne s'exécutent plus que machinalement; le malade tombe alors sans connaissance, et souvent apparaissent des convulsions pendant lesquelles la mort peut survenir, quoique cependant la terminaison par guérison soit plus souvent observée. Il n'est pas rare de voir persister des troubles définitifs à la suite de ces accidents.

Prophylaxie de l'insolation et du coup de chaleur.

La prophylaxie des insolations est très simple; il suffit de se protéger contre les rayons du soleil à l'aide d'un parasol, et de la coiffure en forme de casque usitée sous les tropiques, ainsi qu'en portant des vêtements amples et de couleur blanche.

Pour se mettre à l'abri du coup de chaleur on doit tout d'abord restreindre autant que possible la production du calorique interne; on atteindra ce but par le repos et par une alimentation peu riche en albumine. Il est, en outre, indispensable de favoriser l'élimination du calorique, ce qu'on obtient en portant des vêtements très légers, et en cas de fortes chaleurs, en recourant aux bains, qui constituent un moyen actif de faciliter la perte de chaleur par conduction : dans un bain, en effet, on abandonne huit fois plus de calorique qu'à l'air libre dans les mêmes circonstances. L'usage de boissons fraîches contribuera aussi à nous enlever quelque peu de notre chaleur, en même temps qu'il procurera au corps la quantité de liquide nécessaire à l'établissement d'une bonne évaporation d'eau. Enfin on devra favoriser la perte de calorique par transport. Ainsi, là où l'air ne sera pas suffisamment agité on

recourra à l'emploi d'un éventail, tel que le « punka » par exemple, qui est constitué par un large éventail suspendu au plafond et occupant toute la longueur ou toute la largeur de la pièce.

Pour ce qui est des troupes en marche on leur fournira de l'eau potable aussi souvent que la chose sera possible; on fera déboutonner les uniformes, on espacera les rangs pour favoriser la perte de chaleur et l'évaporation de la sueur; au surplus, on choisira autant que possible les premières heures du matin et du soir pour les marches à faire. Les premiers soins à donner à un homme atteint du coup de chaleur consisteront à le débarrasser des pièces de vêtements superflues, à l'éventer, à l'asperger avec de l'eau et à lui procurer des boissons rafraîchissantes.

c) **Variations de la température.**

Dans certaines circonstances, l'homme est à même de supporter de grandes différences de température sans en éprouver de réaction; d'une chambre chauffée à + 20° par exemple, il lui arrive de passer à l'air libre alors qu'il y règne une température d'un nombre égal de degrés sous 0. Par contre, il n'est pas rare de voir un faible abaissement de la température, l'établissement d'un vent de direction nouvelle, une pluie abondante et soudaine ou un changement brusque de temps donner lieu à toute une série de maladies qu'on est convenu d'appeler refroidissements ou maladies *a frigore*. Chez nombre de personnes, il suffit déjà d'un simple courant d'air frappant une surface peu étendue du corps, d'un froid ressenti pendant peu de temps sur une partie très limitée du corps en sueur, pour produire un refroidissement de longue durée se traduisant sous forme de coryza, de douleurs rhumatismales, de névralgie ou d'une autre façon quelconque. Pour ce qui est de l'essence même ou de la nature intime de ce refroidissement, nous n'en connaissons rien pour le moment. Toutefois, un endurcissement convenable de la peau et du corps pouvant nous préserver de ces maladies, il n'est pas douteux que la peau et le pouvoir régulateur thermique interviennent dans leur production; mais comment? On ne peut le déterminer avec précision. La

supposition la plus généralement admise est que les extrémités nerveuses des parties atteintes du tégument cutané se refroidissent et que l'irritation qui en résulte provoque par action réflexe des troubles de diverse nature.

On diminue la fréquence des maladies *a frigore* en évitant l'action des courants d'air, en portant des chaussures et des vêtements chauds et secs en même temps que perméables à l'air, en s'habillant en prévision des changements de temps, en tonifiant et endurcissant la peau par des irrigations froides, les bains, etc.

VI. De l'influence du temps et du climat.

Par le mot temps, on désigne l'état particulier de l'atmosphère et des phénomènes qui s'y accomplissent, pour une période de courte durée, tandis que l'on comprend sous le nom de climat d'une région l'ensemble des modalités du temps qu'on y observe au cours des années.

Chaque endroit a pour chaque jour son temps propre, et son climat est constitué par la somme des manifestations journalières du temps.

A. Le temps.

Le temps trouve habituellement sa caractéristique dans la prédominance d'un facteur météréologique, par exemple, la température, l'humidité, ou les vents.

Influence du temps : *a*) sur les maladies des organes.

Les changements brusques du temps exercent une influence marquée sur la santé publique. Lorsqu'à un temps chaud et serein succède brusquement un temps froid et humide, on voit prédominer les maladies *a frigore;* dans le cas contraire, ce sont surtout les affections intestinales qui font leur apparition (catarrhe gastro-intestinal des enfants pendant l'été).

Le temps exerce également son influence sur les maladies infectieuses. Par les fortes chaleurs on voit généralement s'éteindre les épidémies de variole; la lymphe vaccinale elle-même perd alors de son activité.

b) sur les maladies infectieuses.

Le choléra est arrêté dans son extension par l'apparition des froids. C'est, en outre, un fait bien connu que dans nos régions cette maladie acquiert de la recrudescence à la suite

des mauvais temps, tandis que dans d'autres contrées, par exemple à Calcutta, elle diminue sous l'influence des fortes pluies.

L'extension de la malaria est subordonnée à un certain degré de chaleur; on voit, en effet, les cas de cette affection diminuer de fréquence lorsque la température vient à baisser.

Mais le temps peut encore agir d'une façon indirecte sur la propagation des maladies infectieuses. Ainsi, la fréquence plus grande de la variole et des fièvres exanthématiques constatée pendant la saison de l'hiver, n'est pas due à une influence favorable du froid sur le virus de ces affections; elle doit bien plutôt être attribuée au fait que les froids poussent les hommes à se réunir en grand nombre dans des chambres chauffées, d'où résultent des chances plus grandes de transmission de l'un à l'autre.

c) Mortalité. On a souvent essayé d'établir une relation entre la mortalité plus ou moins forte des différents mois de l'année et les influences exercées par le temps.

Pour l'Allemagne, si l'on prend le chiffre de 100 décès comme moyenne, on trouve qu'il y a un minimum de 91 décès en juillet et en novembre, un maximum de 112 en mars, et un second maximum de 108 en août. Le mois de mars se fait remarquer par ses grandes variations de température et ses précipitations atmosphériques froides, tandis que le mois d'août amène des périodes de fortes chaleurs. On ne doit pas perdre de vue ici que pendant l'acmé de mortalité de l'hiver, les maladies *a frigore* sont prédominantes, tandis que l'acmé de l'été est fortement influencé par le catarrhe intestinal des enfants.

Pour arriver à avoir un tableau exact des influences du temps, il est nécessaire de posséder des données plus exactes que celles que fournit ordinairement la météorologie; les chiffres moyens ne suffisent pas; les variations doivent être indiquées. Le chiffre de la mortalité est tout aussi insuffisant pour faire apprécier l'état sanitaire d'un endroit ou d'une région; les indications sur la morbidité ont plus de valeur. Malheureusement, la statistique manque presque totalement sous ce rapport, et il n'est du reste pas rare que l'on attribue au temps l'apparition ou la prédominance de certaines maladies, alors qu'aucune raison péremptoire ne justifie pareille relation.

B. Le climat.

Le climat d'une localité est déterminé par sa situation.

Indépendamment de la situation géographique, le plus ou moins grand éloignement de l'océan et la plus ou moins forte élévation au-dessus du niveau de la mer, exercent sous ce rapport une influence.

a) Climat maritime, continental et d'altitude.

Climat maritime.

Le climat maritime est caractérisé par des vents forts, une grande humidité de l'air, un ciel brumeux, une température basse, mais régulière, c'est-à-dire ne présentant que de faibles oscillations journalières, mensuelles et annuelles; ces dernières ne dépassant pas 15° *Celsius*.

Pendant le jour une grande quantité de chaleur est absorbée par les eaux qui pourtant ne s'échauffent pas considérablement; une autre partie est employée à l'évaporation de l'eau, qui donne naissance à de nombreux nuages, lesquels interceptent fortement les rayons solaires. La nuit, par contre, l'eau restitue largement la chaleur absorbée, l'humidité atmosphérique en se condensant en restitue à son tour, et enfin l'écran formé par les nuages affaiblit le rayonnement terrestre; de tout cela il résulte que les jours sont relativement froids et que les nuits sont chaudes.

Climat continental.

Le climat continental est caractérisé par de grandes variations de température, des jours chauds avec des nuits froides, des oscillations annuelles très marquées (dépassant 20° et allant même jusqu'à 60° et au delà), un ciel clair sans nuage, et de faibles courants atmosphériques. Les forêts et les montagnes agissent à la façon d'obstacles placés sur le trajet des vents. De son côté, l'air en arrivant sur le continent, a déjà abandonné son humidité sous forme de pluie au voisinage de la côte, ce qui fait que pendant le jour le rayonnement solaire est plus intense et l'échauffement du sol plus considérable qu'à proximité de l'océan. L'air est de plus fortement échauffé par l'absorption des rayons obscurs à longues ondulations provenant de la transformation des rayons lumineux au contact de la terre. La nuit, par contre, il n'existe aucune couche de

nuages pour retenir la chaleur que le sol abandonne rapidement et en grande quantité.

Climat d'altitude.

Le climat des fortes altitudes présente assez de ressemblance avec le climat continental. Sur les grandes hauteurs l'air est pauvre en humidité — jusqu'à une altitude moyenne par contre, la quantité de pluie peut être assez considérable sous certains vents —; il est en outre raréfié, et de là résultent pendant le jour un ciel très clair et une irradiation lumineuse intense. Le sol s'échauffe fortement tandis que l'air reste frais; c'est ainsi que sur le sommet du Faulhorn (2.700 mètres) l'air a une température de 8° tandis que la température du sol s'élève à 16°; à Diavolezza (3000 mètres) on a constaté que le thermomètre marquait à l'ombre 6°, alors qu'exposé au soleil il s'élevait à 59,5°. Pendant la nuit, la température de l'air et du sol baisse notablement par suite de l'intensité du rayonnement.

La température moyenne annuelle d'une localité s'abaisse de 0,57° C. pour chaque élévation de 100 mètres, tandis que le déplacement en latitude donne lieu dans nos contrées à une différence de 0,8° C. par degré.

b) Climat polaire.

On désigne sous le nom de climat polaire le climat des parties du globe dont la température annuelle moyenne descend en dessous de 0°. La population fort clair semée de ces régions a surtout à lutter contre la faim et le froid. La mort par ces causes élémentaires est plus fréquente que sous les autres climats. La longue nuit d'hiver y manifeste son action déprimante par des altérations du sang : l'anémie et l'hydrémie s'observent fréquemment. Parmi les maladies infectieuses ce sont surtout les fièvres exanthématiques (variole) qui prédominent, vraisemblablement par suite de la vie prolongée en commun. On ne constate, par contre, dans ces contrées ni diarrhées estivales, ni malaria; la tuberculose paraît fréquente dans certaines zones, rare dans d'autres. On ne possède pas du reste, de statistique précise pour ces régions.

c) La zone tempérée.

Elle comprend les régions dont la température moyenne annuelle ne dépasse pas les limites de + 25° et de 0°. Il nous

paraît superflu d'insister ici sur les conditions hygiéniques des climats tempérés, puisque c'est à eux que se rapporte plus spécialement, sauf indication contraire, l'ensemble des considérations émises dans le présent traité.

d) **Le climat des tropiques.**

Les contrées du globe dont la température annuelle moyenne s'élève à 25° et davantage, forment la région dite des tropiques. Cette région est située pour la plus grande partie entre les deux cercles parallèles appelés « cercles des tropiques. » Il va de soi que l'altitude y modifie le climat comme dans les autres contrées. L'élévation de la température constitue pour ces régions le facteur météorologique dominant; il arrive que le thermomètre y monte à plus de 50° à l'ombre. Un autre caractère essentiel est le degré d'humidité atmosphérique. Sous les tropiques proprement dits, la présence d'une grande quantité de vapeur d'eau dans l'air est la règle; on ne rencontre les déserts qu'aux limites de la zone torride, là où les vents secs équatoriaux descendent vers la terre. Les saisons sont principalement déterminées par la direction des vents dominants et par les pluies. Celles-ci se produisent ordinairement au moment où le soleil se trouve le plus élevé; quelques régions ont une seule saison des pluies, d'autres en ont plusieurs.

Le climat des contrées tropicales exerce des influences diverses. Tout d'abord il détermine une abondante sécrétion sudorale et chez beaucoup de personnes une éruption miliaire très incommode. Il en résulte que l'on fait un usage abondant et souvent exagéré des boissons, ce qui produit fréquemment des catarrhes gastriques et intestinaux. Les diarrhées chroniques, les constipations opiniâtres, les affections chroniques de l'estomac, et les dyspepsies sont, du reste, fréquentes dans ces contrées. Par surcroît, le manque d'appétit pousse à l'usage immodéré d'aliments et de condiments excitants, ce qui ne fait qu'aggraver la situation.

En outre, il se développe rapidement un certain degré d'anémie, qu'il ne faut pas confondre avec le teint pâle que présentent les Européens qui viennent habiter ces régions par suite de leur habitude de se protéger avec un soin excessif contre les

rayons solaires. Il n'est pas rare d'observer une insomnie très fâcheuse due principalement à la forte chaleur, à l'agitation dans laquelle on vit, et à la faible activité corporelle.

Ces différentes causes, à savoir l'action de la chaleur, le manque de sommeil réparateur, l'anémie et les troubles digestifs, ont nécessairement pour effet de diminuer l'énergie, de paralyser l'activité et d'amollir le corps.

Comme on le voit, l'influence du climat des tropiques se manifeste moins par la production d'une maladie caractérisée que par l'alanguissement de tout l'être, l'indifférence intellectuelle et une diminution de la résistance de l'organisme aux maladies régnantes.

Celles-ci sont remarquables par leur nombre et leur gravité. La fièvre jaune, le choléra, la dysenterie, la malaria sévissent avec plus d'intensité sous les tropiques que dans les zones tempérées. Fréquentes aussi sont les affections du foie, du cœur et des reins; dans certaines régions enfin le coup de chaleur et le coup de soleil ne sont pas sans influence sur la mortalité générale. De toutes ces affections la malaria est celle qui présente le plus d'importance en raison de sa gravité et de sa grande fréquence. Elle peut mettre en question l'existence de colonies entières. Après elle vient par ordre d'importance la dysenterie.

C. Acclimatement.

a) Pour l'individu.

L'acclimatement est l'adaptation de l'individu ou de la race à un climat nouveau. L'habitant des tropiques s'adapte facilement aux climats plus froids que le sien; par contre, il nous est difficile de nous acclimater dans les régions tropicales. Sous ce rapport la première précaution à prendre pour celui qui se rend sous les tropiques, c'est de choisir la saison la plus salubre pour gagner sa nouvelle destination. C'est un fait déjà anciennement connu que c'est au moment de leur arrivée dans ces pays que les immigrants sont le plus sujets aux maladies infectieuses qui y règnent; avec le temps ils acquièrent vis-à-vis d'elles une certaine immunité. Toutefois la malaria fait exception à la règle, et la réceptivité pour cette maladie augmenterait, au contraire, avec la durée du séjour.

L'immigrant doit veiller par conséquent à maintenir toujours son corps frais et vigoureux; aussi la modération dans le boire et le manger lui est-elle particulièrement nécessaire. Avant tout, il faut qu'il n'use des boissons contenant de l'alcool qu'avec une extrême prudence. L'eau coupée de vin rouge est la boisson qui lui convient le mieux pendant ses repas. Entre ceux-ci il fera usage, pour apaiser sa soif, d'eau additionnée de jus de fruits, ou d'eau gazeuse, ou de thé et de café légers. L'eau-de-vie sous toutes ses formes lui sera particulièrement interdite. Ses repas ne seront pas trop abondants; lorsque pourtant il sera astreint à un travail fatigant, il pourra ingérer la même quantité d'aliments que sous un climat tempéré, puisque le travail entraîne partout la même dépense de forces. L'excédant de chaleur qui se produit alors (29 % au plus des matériaux nutritifs sont utilisés pour le travail, le restant ou 71 % sert à la production du calorique) doit se perdre principalement par évaporation d'eau à la surface du corps.

Un travail forcé expose au danger de rompre l'équilibre thermique et ne doit par conséquent pas être permis. Par contre, un certain exercice musculaire, aux heures les plus fraîches de la journée, est incontestablement salutaire, et il serait à souhaiter sous ce rapport que nos compatriotes se familiarisassent davantage avec les jeux qui sont fort en honneur particulièrement chez les Anglais.

Les bains et les affusions froides sont favorables à la santé; il faut pourtant éviter d'en user avec excès. Huit heures au moins doivent être consacrées au sommeil. Dans certaines régions l'usage d'un bon moustiquaire suffisamment éloigné, est de toute nécessité. En aucune circonstance il ne peut être permis de coucher sur le sol nu.

Les vêtements doivent être légers; là où la température est sujette à de grandes variations on préférera l'usage de la laine ou bien on portera un vêtement de dessus approprié. Toute maladie doit être prise au sérieux, et l'aide du médecin sera réclamée dès le début. Nous exposerons ultérieurement les mesures à prendre contre les maladies infectieuses; nous traiterons également plus loin de la prophylaxie de la malaria.

L'individu pris isolément peut arriver à séjourner des années entières sous les tropiques avec un état de santé *b)* Pour la race.

relativement bon, sans que pour cela l'implantation de la race soit assurée d'une façon définitive. A l'heure actuelle il n'existe pas une seule contrée tropicale proprement dite, où l'on puisse trouver une peuplade émigrée des zones tempérées, qui soit parvenue à se maintenir dans son état sans l'aide de renforts venus de la mère-patrie, encore moins qui ait réussi à s'agrandir en se multipliant. Il semble que ce sont les femmes qui ont le plus à souffrir du climat des tropiques; on les voit bientôt devenir anémiques et leur aptitude à concevoir baisse rapidement. Les avortements sont nombreux, et dès la deuxième ou la troisième génération la stérilité devient fréquente. Les enfants se développent bien dans le premier âge de la vie; mais vers la dixième année ils perdent leurs couleurs, deviennent maladifs, n'offrent plus guère de résistance, et le plus grand nombre succombe aux maladies intercurrentes.

Pour aider à l'acclimatement de la race, il est de première nécessité de recommander surtout aux femmes d'observer un genre de vie aussi hygiénique que possible en suivant les règles que nous venons de tracer; le mouvement corporel et une certaine somme de travail leur est particulièrement profitable. Les affections des organes génitaux doivent être traitées dès le début et avec tout le soin désirable. Quant aux enfants, dès qu'on s'aperçoit qu'ils ne continuent plus à se développer et qu'ils commencent à montrer des symptômes d'alanguissement, on les envoie dans des endroits plus frais et d'altitude plus élevée, ou bien dans des pays de climat tempéré, pour ne les reprendre souvent qu'après l'établissement de la puberté. Les Européens du Sud se montrent d'un acclimatement moins difficile que les habitants de la partie moyenne et du nord de l'Europe. On observe aussi que les produits de l'union d'Européens et de femmes indigènes offrent assez bien de résistance aux influences climatériques.

De l'eau.

I. Des qualités de l'eau de boisson et de l'eau destinée aux usages domestiques.

Pour qu'une eau puisse être employée comme eau de boisson, il faut qu'elle remplisse plusieurs conditions :

A. Elle doit être exempte de substances toxiques et de germes de maladies.

B. Elle doit être à l'abri de toute possibilité de contamination par des poisons ou par des bactéries pathogènes.

C. Elle doit posséder des qualités qui la rendent appétissante et d'un usage agréable.

D. Elle doit pouvoir être mise en grande quantité à la disposition du public.

On doit se montrer tout aussi exigeant pour l'eau destinée aux usages domestiques que pour l'eau de boisson; on pourra seulement faire abstraction de l'une ou l'autre des qualités indiquées en *C*.

A. Substances toxiques et germes de maladies dans l'eau.

a) Poisons.

Des établissements industriels mal tenus, situés dans le voisinage des eaux potables ou des eaux destinées aux Fabriques.

usages domestiques, peuvent y déverser des poisons constitués, soit par les produits mêmes de fabrication, soit par des résidus. Le genre d'exploitation nous fournira déjà des indications concernant ces poisons; l'examen chimique nous renseignera avec certitude.

Plomb. Il n'est pas rare non plus, de trouver dans l'eau qui circule dans des conduites, du plomb provenant des tuyaux. On admet que le plomb entre surtout en solution dans deux circonstances : lorsque l'eau est très pauvre en sels alcalino-terreux et qu'en même temps l'air séjourne longtemps dans les tuyaux, ensuite lorsqu'elle renferme une grande quantité d'acide carbonique libre. Dans le premier cas il ne se formerait pas de revêtement de carbonate calcaire et l'air venant à s'introduire, il se produit alors de l'hydroxyde de plomb facilement soluble. Dans le deuxième cas, le plomb passerait dans l'eau, grâce à une propriété que l'on attribue à l'acide carbonique de pouvoir dissoudre ce métal. Sitôt que la présence du plomb peut y être rendue manifeste par la réaction de l'hydrogène sulfuré, une eau doit être déclarée impropre à la consommation.

Recherche du plomb. Pour la recherche du plomb, on acidule deux litres de l'eau suspecte avec de l'acide azotique, on évapore jusqu'à réduction à 150 c.c., on neutralise avec du carbonate de soude, puis on ajoute de l'acétate de soude. Le plomb qui est ainsi dissous est précipité par de l'hydrogène sulfuré; on recueille ce précipité sur un filtre et on le lave avec de l'eau également chargée d'hydrogène sulfuré. Le filtre et son contenu sont séchés et chauffés au rouge sous un courant d'hydrogène : on obtient alors, du sulfure de plomb pur et le nombre de milligrammes de ce corps multiplié par 0,866 indique, en milligrammes, la quantité de plomb contenue dans deux litres de l'eau examinée.

b) Germes de maladies dans l'eau.

Tous les germes de maladies peuvent, dans certaines circonstances, se rencontrer dans l'eau; mais les microbes du choléra et du typhus ainsi que certains entozoaires sont, sous ce rapport, d'une importance spéciale.

L'eau constitue un des nombreux véhicules par lesquels les bactéries pathogènes peuvent pénétrer dans le corps humain. Elle peut, en effet, devenir le réceptacle d'agents morbigènes à la suite d'une foule de circonstances fortuites : nous citerons comme exemples : le lavage de linges de cholériques dans une fontaine, le déversement sans précautions de matières fécales, la défécation sur le bord des cours d'eau. Bactéries dans l'eau.

Dans nos contrées, il est rare que les bacilles du choléra et du typhus rencontrent dans l'eau les conditions nécessaires à leur pullulation. Par contre, même dans notre climat, ils peuvent s'y maintenir en vie pendant quelque temps. La durée de leur vitalité dépend de circonstances extérieures. Dans l'eau de fontaine, à une température d'environ 8-10° C., le bacille du choléra ne semble pas rester vivant pendant plus de 3 jours et le bacille typhique pendant plus de 8 jours. Mais ces bactéries arrivent-elles en été dans des flaques d'eau, des ruisseaux, des lacs, en un mot, dans des eaux de surface, elles trouvent des conditions plus favorables, surtout une température plus élevée, et de meilleurs matériaux de nutrition. Dans ces circonstances, la durée de leur vitalité sera plus longue.

Dans bien des cas, l'apparition d'épidémies à la suite de l'usage d'eau infectée présente, en quelque sorte, le caractère d'une explosion : en très peu de jours, on voit un grand nombre d'individus tomber malades, puis, tout aussi rapidement, on voit ce nombre décroître. On connaît ainsi quantité d'épidémies dont l'éclosion doit être attribuée à l'usage de l'eau.

Malheureusement, on ne réussit pas facilement à découvrir les germes d'infection dans l'eau et cela pour plusieurs raisons : d'abord, comme on ne peut examiner que des quantités minimes relativement à la grande masse de l'eau, il n'est absolument pas dit que des microbes soient contenus précisément dans la partie sur laquelle ont porté les recherches. Ensuite, ordinairement on en arrive à faire l'examen trop tard. En effet, il s'écoule toujours un certain temps déjà entre l'infection et l'éclosion de la maladie; un certain temps se passe encore avant que l'attention ne se porte sur l'eau et l'on pourrait bien, le plus souvent, avoir dépassé, de la sorte, la durée de vitalité des germes. Difficulté de la recherche des bactéries dans l'eau.

On peut cependant, dans des conditions favorables, réussir à découvrir des bactéries pathogènes : ainsi *Koch* a démontré la présence du bacille du choléra dans l'eau d'un tank (*) à Calcutta et divers auteurs ont réussi, à l'aide de cultures, à déceler, dans des eaux suspectes, des bactéries qu'il n'était pas possible de distinguer des bacilles du typhus.

Méthode de recherche des bactéries dans l'eau.

Lorsqu'on veut faire une recherche bactériologique, on remplit de l'eau à examiner un petit ballon d'*Erlenmeyer* qui est mis immédiatement dans de la glace, afin de prévenir la multiplication des germes contenus dans l'échantillon. Aussitôt qu'on peut le faire, on prépare avec cette eau, d'après des règles que nous indiquerons plus loin, des cultures sur plaques (**). Les colonies qui s'y développent sont examinées à l'œil nu, à la loupe et au microscope. Si l'on en remarque qui paraissent constituées par le bacille du choléra ou par celui du typhus, on les recueille à l'aide du fil de platine et on les ensemence sur plaques, en piqûre, sur pommes de terre et sur porte-objet excavé; on en fait en même temps des préparations microscopiques.

On n'aura la preuve qu'un bacille ainsi isolé, est bien réellement celui du choléra, que si la préparation colorée, les cultures sur porte-objet excavé, sur plaque et en piqûre présentent les particularités caractéristiques de ce microorganisme. (voir les *Fig. 101 et 102*). Pour le diagnostic du bacille du typhus (voir les *Fig. 103, 104 et 105*), qui ne possède pas de propriétés distinctives sur plaques ou en piqûre, il est absolument nécessaire de recourir à la culture sur pommes de terre. Dans toutes ces recherches on doit, naturellement, s'entourer de grandes précautions pour se mettre à l'abri de toute erreur.

(*) Tank : terme sous lequel on désigne, dans l'Inde, des lacs, étangs ou marais qui, dans certains endroits, entourent en grand nombre les cabanes et fournissent aux pauvres habitants de ces contrées toute l'eau dont ils ont besoin (N. des T.).

(**) Dans une étude sur l'état actuel du diagnostic bactériologique du choléra, parue récemment (*Zeitsch. f. Hyg. u. Infectionskrankh.* XIV, 2, et *Semaine médicale* du 31 mai 1893). *Rob. Koch* recommande vivement de commencer la recherche du bacille du choléra dans l'eau, par des cultures dans des solutions de peptone : à une certaine quantité de l'eau, à examiner (100 c.c. et plus) on ajoute 1 °/. de peptone pure (peptone de *Witte*), et 1 °/. de chlorure de sodium. On maintient le mélange à une température de 37° C. Au bout de 10, de 15, de 20 heures, on fait, avec la couche superficielle de la culture ainsi obtenue, des ensemencements dans la gélatine et l'agar en plaques. — Le Prof. *Van Ermengem* de Gand emploie ce procédé depuis 1884; il l'a appliqué d'abord pour la recherche des bacilles cholériques dans les matières fécales. Plus tard, il a pu de cette façon déceler le bacille-virgule dans l'eau (*Acad. de Méd. de Belgique*. Séance du 27 mai 1893) (N. des T.).

D'autres maladies que celles dont nous venons de parler, peuvent également se transmettre par l'eau. Ainsi, rien ne s'oppose à ce qu'on admette que, dans certains cas, les protozoaires de la malaria pénètrent dans l'organisme par cette voie. En ce qui concerne la dysenterie, on considère comme plus probable encore, qu'elle se produit par l'ingestion d'eau infectée. Jusqu'ici on n'est pas parvenu cependant à y déceler les amibes de cette affection. Germes de la malaria et de la dysenterie.

L'ascaride lombricoïde, l'oxyure vermiculaire, le tœnia solium, le tricocephalus dispar, le distome hépatique et le distome hœmatobie — celui-ci plus important pour la pathologie humaine — la larve de la filaire de médine, la filaire du sang de l'homme, les anchylostomes pénètrent également, dans certains cas, par l'intermédiaire de l'eau dans l'organisme. On reconnaît leur présence dans l'eau par l'examen microscopique. Entozoaires dans l'eau.

Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

Fig. 17. Œuf d'enchylostome duodénal (grossissement 500 fois). Fig. 18. Œuf d'enchylostome duodénal à un stade de développement plus avancé (gross. 100). Fig. 19. Le même œuf (gross. 500). Fig. 20. Œuf de lombrie « ascaris lumbricoïdes » (gross. 500). Fig. 21. Œuf d'oxyure vermiculaire (gross. 500). Fig. 22. Œuf du tœnia solium (gross. 500). Fig. 23. Œuf de tricocephalus dispar (ver en forme de fouet), gross. 500.

Il est à remarquer que l'on peut avoir affaire soit avec les œufs, soit avec les larves, soit avec l'animal entièrement développé; de plus on ne doit pas oublier qu'il existe pour les entozoaires des hôtes transitoires dont on ne connaît malheureusement qu'un petit nombre.

B. Possibilité de contamination des eaux par des poisons ou par des principes infectieux.

C'est toujours plus ou moins par le fait du hasard, que l'on arrive à constater la présence de bactéries pathogènes ou d'entozoaires dans l'eau. Il en résulte, qu'on doit attacher une importance d'autant plus grande, à la deuxième condition que nous avons exigée pour qu'une eau soit de bonne qualité, à savoir : qu'elle soit à l'abri de toute possibilité de contamination

par des poisons ou par des germes de maladie. Or, pour rechercher cette possibilité de contamination, il faut tenir compte, *a)* des conditions locales, *b)* de l'examen bactériologique et microscopique, *c)* de l'analyse chimique.

a) **Conditions locales.**

Les conditions locales doivent être placées en première ligne; elles sont souvent d'une importance décisive dans l'appréciation d'une eau.

Voisinage de fabriques.

En ce qui concerne les poisons, on doit faire une attention spéciale à l'emplacement des sources d'approvisionnement d'eau par rapport aux fabriques qui donnent lieu à la production de substances toxiques.

Germes de maladies.

Quant aux germes de maladies, à peu d'exceptions près (par exemple la malaria), leur présence est liée à celle de l'homme et à ses relations. Il en résulte que toutes les eaux qui peuvent être souillées par des bactéries provenant du voisinage de l'homme, sont exposées à être infectées par des microorganismes pathogènes.

Eaux libres.

Dans cette catégorie se rangent en première ligne les eaux libres dans les endroits où la population est dense et où les habitations sont nombreuses, les rivières, les lacs, les étangs, les réservoirs et les puits ouverts. En effet, le vent et surtout les eaux qui ont servi aux nettoyages, les eaux résiduaires des villes, les eaux de la surface du sol provenant des pluies y introduisent de grandes masses de bactéries et, le cas échéant, des germes pathogènes.

Souillures dans le voisinage des sources d'approvisionnement d'eau.

Les sources elles-mêmes, ainsi que les puits fermés, peuvent, dans certaines circonstances, être infectées par des eaux sales provenant du voisinage de l'homme. Tel sera le cas par exemple s'il se trouve tout près de ces sources d'eau des trous à fumier, des fosses à purin ou des bourbiers stagnants; le puits est-il alors en même temps mal recouvert, ses parois sont-elles perméables, le sol est-il poreux ou crevassé de façon que les liquides provenant des couches supérieures ou des couches latérales puissent y pénétrer sans subir une filtration suffisante, ou enfin la couche aquifère arrive-t-elle jusqu'à la zone du sol où se trouvent des bactéries, on comprend que les

conditions locales deviennent défavorables. A chaque instant, si des germes morbides viennent par hasard à se rencontrer dans le voisinage, il peut se produire une infection.

Si les conditions locales ne peuvent être déterminées avec exactitude, il nous reste, pour décider de la possibilité de contamination, l'examen chimique et l'examen bactériologique et microscopique.

b) Examen bactériologique et microscopique.

On peut, par l'examen microscopique, reconnaître dans le sédiment ou la vase d'une eau, des particules provenant de l'homme lui-même ou de son ménage, tels sont des grains d'amidon ou de fécule de pomme de terre, des morceaux de charbon de bois et autres produits semblables, des matières fécales même, par exemple des parcelles de viande, se présentant sous l'aspect de grumeaux colorés en jaune par imprégnation des matières colorantes de la bile. La présence de ces divers produits indique que l'eau en question est soumise à une souillure pleine de dangers.

Cependant de semblables constatations ne sont pas fréquentes, de sorte que, le plus souvent, on doit avoir recours à l'examen bactériologique.

Le grand nombre de bactéries dans l'eau.

On a dit que l'existence d'un grand nombre de microorganismes dans une eau, devait faire conclure que des matières riches en bactéries y étaient amenées et que, là où des bactéries soprophytes inoffensives arrivaient, des microbes pathogènes pourraient également pénétrer. Pour ce motif, on considérait cette présence d'une grande quantité de microorganismes dans une eau de puits, comme une preuve du danger d'infection. Mais cette déduction n'était pas justifiée.

Multiplication accidentelle des germes introduits dans l'eau.

Ainsi, des bactéries sont introduites dans tout puits, déjà pendant sa construction. Maintes espèces se multiplient dans l'eau, pure d'ailleurs, du puits et on les y retrouve plus tard en grande quantité, à moins que le temps ne les ait fait périr, ou qu'elles n'aient disparu en grande partie de l'eau, en se déposant, ou enfin qu'elles n'aient été enlevées quand on a vidé le puits. La présence d'un grand nombre de microorganismes ne suffit donc pas, à elle seule, pour établir la preuve qu'une eau reçoit des matières souillées.

La probabilité de la contamination.

On peut conclure avec plus de certitude à une contamination de ce genre et, par suite, à un danger d'infection, si les conditions locales sont défavorables, ou bien si, à la suite d'un épuisement du puits, la quantité de bactéries ne subit pas une diminution manifeste. Il en sera de même, si l'on trouve dans l'eau un grand nombre d'espèces différentes de microbes. D'ordinaire, en effet, lorsque plusieurs espèces de microorganismes séjournent pendant un temps un peu prolongé dans une eau de puits pure, l'une d'entre elles prend le dessus, tandis que le développement des autres est réprimé; au contraire, dans les eaux sales, riches en matériaux nutritifs, beaucoup d'espèces de microorganismes vivent l'une à côté de l'autre. Des recherches portant sur 352 puits, pris dans 10 villes différentes, ont montré que dans 69 % il existait moins de 500 bactéries par centimètre cube : ce chiffre peut donc servir de base quand on veut porter un jugement sur le nombre de bactéries que l'on trouve dans une eau.

Mais le contenu des puits en microorganismes, varie suivant les époques et suivant les localités. Ainsi, il y a des endroits où aucun puits ne renferme moins de 500 bactéries par centimètre cube d'eau, tandis que dans d'autres endroits ce chiffre n'est pour ainsi dire jamais dépassé. Les conditions locales doivent donc être prises en considération, lorsqu'on veut émettre une appréciation sur le nombre de bactéries qui se rencontrent dans les eaux de puits.

Les indications fournies par l'examen bactériologique et microscopique, trouvent un appui dans le résultat de l'analyse chimique; les deux méthodes peuvent se compléter mutuellement.

c) **Analyse chimique.**

L'analyse chimique permet de reconnaître dans l'eau les produits de la décomposition des impuretés déversées, soit à la surface, soit dans l'intérieur du sol.

Produits ultimes de la décomposition.

Parmi ces produits, la matière organique occupe la première place; viennent ensuite l'ammoniaque et l'acide nitreux, enfin les sels de chaux, les chlorures et les nitrates. Toutes ces substances en elles-mêmes sont dépourvues d'action nocive. Comme elles sont solubles dans l'eau, elles filtrent avec celle-ci

à travers toute espèce de terrains; leur présence ou leur abondance ne peuvent donc jamais nous renseigner sur la façon dont s'est accomplie la filtration et, par suite, sur la quantité de bactéries contenues dans l'eau, mais leur existence constitue une preuve qu'il y a eu une souillure du sol et de l'eau. Lorsque ces diverses substances se rencontrent dans une eau en même temps que de grandes quantités de bactéries, elles font par conséquent naître l'idée que ces dernières, pour autant que leur présence résulte d'une filtration insuffisante, ont leur origine dans un sol souillé.

Leur signification à côté d'un grand nombre de bactéries.

La présence d'un grand nombre de microorganismes, jointe à une mauvaise composition chimique, permet donc, dans beaucoup de cas, de conclure avec vraisemblance à la possibilité d'infection de l'eau.

Les eaux naturelles, alors même qu'elles n'ont certainement pas subi de souillure, contiennent néanmoins les éléments que nous avons cités plus haut. On ne peut conclure à la contamination d'une eau que si ces éléments s'y rencontrent en grande quantité.

Composition chimique d'une eau propre.

Voici, d'après un grand nombre d'examens, et d'une manière très générale, les quantités de diverses substances que l'on trouve ordinairement dans un litre d'eau propre :

1° Résidu minéral et organique par évaporation au bain-marie : pas plus de 500 milligr.

2° Oxydes de métaux alcalino-terreux (calcium et magnésium) : pas plus de 180 à 200 milligr.

3° Chlore : pas plus de 20 à 30 milligr. correspondant à 33-50 milligr. de chlorure de sodium.

4° Acide sulfurique : pas plus de 80-100 milligr.

5° Acide nitrique : pas plus de 5 à 15 milligr.

6° Ammoniaque et acide nitreux : pas du tout ou des traces à peine appréciables.

7° Matières organiques : une quantité qui ne réduit pas plus de 8-10 milligr. de permanganate de potasse de la solution de caméléon.

Termes de comparaison et non pas chiffres-limites.

Ces chiffres ne représentent pas autre chose que des indications pouvant servir de base pour l'appréciation d'une eau; ils n'ont qu'une valeur comparative. Naturellement, la composition des eaux, même des eaux propres, varie beaucoup; aussi

quand on veut apprécier les qualités d'une eau, on ne doit jamais perdre de vue les conditions physiques et chimiques si variables des terrains. Les chiffres que nous avons donnés, ne peuvent jamais être considérés comme des chiffres limites et il n'est pas permis de déclarer suspectes ou bien impropres à l'usage et dangereuses, des eaux contenant certains éléments dans des proportions qui dépassent les quantités indiquées.

Ce n'est pas en se basant sur l'un ou l'autre élément constitutif d'une eau, que l'on peut conclure si celle-ci est véritablement souillée : on doit considérer l'ensemble des résultats de l'analyse et tenir compte, en même temps, de la nature du sol et des conditions spéciales qui peuvent appartenir en propre à une localité souvent très limitée.

C. Qualités qui rendent une eau appétissante et d'un usage agréable.

Pour qu'une eau soit agréable à boire, elle doit tout d'abord avoir une température uniforme et être fraîche.

Température. A nos latitudes la température de l'eau doit s'écarter très peu de la température moyenne de l'année dans la localité. Lorsqu'une eau a une température élevée en été et une température basse en hiver, c'est un signe qu'elle est située ou qu'elle coule à une profondeur peu éloignée de la surface du sol, ou bien, que des eaux de la surface du sol — lacs, eaux courantes, etc. — viennent s'y mélanger. Le degré thermique a une si grande importance que si une eau, bonne sous les autres rapports, une eau de distribution par exemple, vient à subir des variations notables de température, la population l'abandonne facilement, pour retourner à l'usage de l'eau des anciens puits mal étanches et dangereux.

Saveur, odeur. L'eau doit avoir une saveur fraîche et être inodore. Les eaux fades, douceâtres, qui ont un goût repoussant, indéterminé de matières putréfiées ou qui ont une mauvaise odeur, doivent être rejetées.

Limpidité. Les eaux colorées ou troubles sont peu appétissantes.

Pureté chimique. Une eau n'est pas appétissante non plus, lorsqu'elle contient les éléments chimiques provenant de la décomposition de substances putrescibles que nous avons indiqués plus haut.

Nous ferons remarquer en outre que les eaux dures ne conviennent pas pour la préparation d'un certain nombre d'aliments (café, thé, légumes); de plus, elles forment avec le savon des composés insolubles, particularité qui doit être prise en considération lorsqu'il s'agit des travaux de nettoyage. Enfin elles présentent un certain danger pour les usages industriels parce qu'elles donnent lieu à une production abondante de concrétions dans les chaudières à vapeur.

Pauvreté en bactéries.

Les eaux dans lesquelles il s'est fait une pullulation abondante de bactéries ont ordinairement une saveur fade, elles contiennent peu d'acide carbonique, leur température est généralement assez élevée et elles ont par conséquent perdu de leur fraîcheur.

D. Quantité d'eau nécessaire et évaluation du rendement des sources d'approvisionnement.

Quantité d'eau.

La quantité d'eau nécessaire par jour et par tête est évaluée ordinairement à 150 litres : 3 à 5 litres environ servent comme boisson et pour la préparation des aliments; le reste est employé pour les travaux accessoires de la cuisine, pour les bains, pour la lessive, pour le nettoyage des maisons et des rues ainsi que pour l'industrie.

Il est de la plus haute importance de pouvoir disposer d'une eau abondante; c'est là une des principales exigences de l'hygiène. Rien n'apporte plus d'entrave à l'entretien de la propreté, ce facteur capital de la conservation de la santé, que le manque d'eau. Pour satisfaire à cette exigence, on peut se voir amené à choisir, entre deux sources d'approvisionnement, celle qui fournit une eau un peu moins agréable mais dont, par contre, le rendement est le plus abondant.

Rendement de sources d'approvisionnement.

Pour établir le rendement d'une eau courante, on prend les dimensions de la section du courant à un endroit déterminé et l'on multiplie le chiffre ainsi obtenu par le chiffre qui représente la vitesse de l'eau dans ce point.

Lorsqu'il s'agit de l'eau souterraine, on pompe à l'aide d'un moteur pendant des semaines ou pendant des mois; on

mesure la quantité d'eau retirée et l'on voit si le niveau a baissé et de combien.

On ne perdra pas de vue qu'une négligence dans la détermination du rendement d'une source d'approvisionnement peut avoir les conséquences les plus fâcheuses. On prendra toujours comme base d'évaluation le mois le plus sec de l'année.

Pour prévenir le gaspillage de l'eau il est bon de mesurer la consommation au moyen de compteurs et de faire payer le nombre de mètres cubes utilisés. Mais, dans tous les cas, le prix doit toujours être aussi bas que possible.

II. Des méthodes d'examen de l'eau.

Les méthodes d'examen de l'eau se divisent en méthode chimico-physique et en méthode microscopique et bactériologique. Lors de ces recherches on doit tenir compte tout spécialement des conditions locales de l'eau qu'on a à examiner : nous avons indiqué plus haut les points sur lesquels l'attention doit se porter.

Prise d'échantillon. La quantité d'eau nécessaire pour un examen chimique est d'environ 3 litres. L'échantillon sera recueilli dans des bouteilles munies de bouchons en verre, en prenant des précautions pour éviter l'introduction accidentelle d'impuretés.

Pour l'examen bactériologique on remplit, en évitant soigneusement toute souillure, un flacon d'*Erlenmeyer* stérilisé; on le ferme avec un bouchon d'ouate également stérilisé que l'on recouvre ensuite d'un capuchon en caoutchouc. On se sert aussi de tubes à réaction effilés en pointe et dont on a chassé l'air : on les remplit en brisant l'extrémité effilée dans l'eau. Pour les fermer on chauffe cette extrémité jusqu'à fusion. L'examen doit se faire immédiatement; si cela n'est pas possible, on doit conserver l'échantillon dans la glace afin d'éviter la multiplication des bactéries qu'il contient.

A. Examen physique et chimique.

***a)* Température.** On détermine la température de l'eau d'une source d'approvisionnement, en y plongeant un thermomètre dont la boule est placée dans un réservoir spécial rempli d'eau ou bien est entourée d'un corps mauvais conducteur, tel que la cire, afin que le degré ne varie pas sensiblement entre l'instant où

l'on retire le thermomètre et le moment de la lecture. D'autres fois on retire une assez grande quantité d'eau et l'on y plonge simplement un thermomètre sensible.

On reconnaît le plus facilement si une eau a une saveur anormale, lorsqu'on l'a chauffée à environ 20° C. Une odeur se perçoit le mieux quand l'eau est portée à environ 60° C. *b)* Odeur et saveur.

Pour apprécier la coloration et la limpidité d'une eau, on remplit deux éprouvettes allongées de même grandeur, l'une avec de l'eau distillée, l'autre avec l'eau à examiner; ces deux éprouvettes étant placées sur un papier blanc, on regarde de haut en bas par leur orifice. *c)* Coloration et limpidité.

On détermine le résidu d'une eau en évaporant, au bain-marie, 200 à 500 gr. dans une capsule en platine, et en séchant ensuite à 100° jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de perte de poids.. *d)* Résidu

Lorsqu'on veut rechercher s'il existe de l'acide nitrique dans une eau, on en mélange 1 c.c. avec quelques grammes de diphénylamine, dans une capsule en porcelaine blanche; on ajoute ensuite deux fois, coup sur coup, 0,5 c.c. d'acide sulfurique pur concentré : l'apparition d'une coloration bleue indique la présence d'acide nitrique. Si l'on veut faire le dosage de cet acide, la meilleure méthode à employer est celle de *Schulze-Tiemann* : on recueille dans l'eudiomètre, sur une lessive de soude bouillie, le bioxyde d'azote produit par l'action de l'acide chlorhydrique et du chlorure de fer sur les nitrates de l'eau et on l'évalue en acide nitrique. *e)* Acide nitrique.

Pour la détermination de l'acide nitreux dans une eau qui ne contient pas une trop grande quantité de fer, on en remplit aux 3/4 un tube à réaction ordinaire; on ajoute 1 c.c. d'une solution de chlorure de zinc amidonné, 1 c.c. d'une solution d'iodure de potassium à 1 : 400 et 1/2 c.c. d'acide sulfurique étendu (1 : 3); on laisse un quart d'heure à la lumière diffuse du jour : l'acide sulfurique met en liberté l'acide nitreux; celui-ci décompose l'iodure de potassium et l'iode mis en liberté bleuit l'amidon (*). *f)* Acide nitreux.

(*) On préfère généralement la méthode de *Gries, Tiemann* et *Preusse* : à 100 c.c. de l'eau à examiner on ajoute 1 c.c. d'acide sulfurique étendu (1 : 3), puis 1 c.c. d'une solution de métaphénylènediamine (métadiamidobenzol) à 5 : 1000; l'acide nitreux transforme la métaphénylènediamine en triamidoazobenzol) qui donne à l'eau une coloration jaune ou jaune-rouge. Pour le dosage on compare cette coloration à celle que l'on obtient en opérant sur une solution de nitrite de potasse renfermant une quantité connue d'acide nitreux (N. des T.).

g) Ammoniaque. Ammoniaque. Dans un tube à réaction rempli aux 3/4 avec l'eau à examiner, on verse 1/2 c.c. du réactif de *Nessler* et on agite. L'apparition dans un laps de temps de 15 minutes d'une coloration jaune ou d'un dépôt rouge-jaune indique la présence de l'ammoniaque. Dans les eaux qui contiennent des sels de chaux il se produit un précipité blanc ou gris-jaune.

En comparant la coloration ainsi obtenue avec celle qui se produit quand on opère sur des solutions de sel ammoniac de différentes concentrations, on peut déterminer assez exactement la teneur d'une eau en ammoniaque.

h) Chlore. Chlore. On verse 100 c.c. d'eau dans un ballon; on y laisse tomber 3 gouttes d'une solution de chromate de potasse (1 : 20); on ajoute ensuite une solution normale de nitrate d'argent à 1/10 jusqu'à ce que le précipité blanc (chlorure d'argent) prenne une couleur jaune (chromate d'argent). On sait que 1 c.c. de solution de nitrate d'argent décompose 5,85 milligr. de chlorure de sodium; on multiplie donc le nombre de c.c. de solution d'argent utilisés par 5,85 × 10 et l'on connaît ainsi la quantité en milligrammes, de sel de cuisine contenue dans un litre d'eau.

En multipliant le chiffre de c.c. de la solution d'argent par 3,55 × 10, on obtient le nombre de milligrammes de chlore par litre d'eau.

i) Dureté. Métaux acalino-terreux. Les sels de calcium et de magnésium en dissolution donnent à une eau ce que l'on appelle sa dureté totale. L'ébullition transforme les bicarbonates en carbonates insolubles qui se précipitent; les sulfates qui restent en solution donnent alors à l'eau ce que l'on nomme la dureté permanente.

La dureté s'exprime en degrés dont la valeur varie : un degré de dureté français correspond à la présence d'une partie de $CaCo^3$ pour 100.000 parties d'eau et un degré de dureté allemand à la présence d'une partie de CaO pour 100.000 parties d'eau; ils sont entre eux comme 100 : 56.

Pour déterminer la dureté d'une eau on prépare (d'après *Boutron* et *Boudet*) une solution de savon telle que 2,4 c.c. suffisent pour transformer 8,8 milligr. de carbonate de calcium contenus dans 40 c.c. d'eau. La solution est mise dans une

burette (hydrotimètre) graduée de telle façon que chaque division corresponde à un degré de dureté français.

L'eau à examiner est versée dans une éprouvette portant une marque au point qui correspond à un volume d'environ 40 c.c. On verse lentement et goutte à goutte la solution de savon en agitant fortement jusqu'à ce que la production d'une écume fine, persistant au moins pendant 5 minutes, indique que les sels alcalino-terreux sont complètement combinés avec le savon. On lit sur la burette graduée le chiffre de divisions de la solution de savon employées et ce chiffre donne le nombre de degrés de dureté français.

Lorsque l'on fait cet essai avec de l'eau maintenue en ébullition pendant 1/2 heure, on obtient la dureté permanente.

k) Matières organiques.

Matières organiques. Comme on ne connaît pas la nature des corps qui constituent les matières organiques qu'on rencontre dans l'eau, il ne peut être question d'une détermination précise. On se borne à calculer leur quantité d'après la proportion d'oxygène qu'elles prennent à une solution de caméléon dont on a mesuré le contenu en permanganate de potasse à l'aide d'une solution normale à 1/100 d'acide oxalique.

Voici comment on procède pour cette recherche : 100 c.c. de l'eau à examiner sont additionnés de 3 c.c. d'acide sulfurique étendu (1 : 3), et de 10 c.c. d'une solution de permanganate de potasse (environ 0,34 gr. par litre); on fait bouillir doucement pendant 10 minutes, puis on ajoute 10 c.c. d'une solution normale d'acide oxalique à 1/100 (0,63 gr. par litre). Enfin, dans le liquide devenu incolore, on verse, goutte à goutte, de la solution de caméléon, jusqu'à production d'une faible coloration rouge.

On note le nombre de centimètres cubes de solution de caméléon utilisés dans l'essai, et l'on en déduit la quantité nécessaire à l'oxydation des 10 c.c. de solution d'acide oxalique employés; — cette quantité est déterminée au préalable par un titrage que nous indiquerons plus loin. — Le reste représente ce qui a servi à oxyder les matières organiques contenues dans l'eau. Ce chiffre restant est multiplié par 3,16 (chiffre qui représente le nombre de milligrammes de permanganate nécessaires pour oxyder 10 c.c. de la solution normale d'acide oxalique, soit 0,0063 gr. d'acide oxalique) et par 10 (pour ramener

le tout au litre, l'essai n'ayant porté que sur 100 c.c.). Le total est divisé par le chiffre qui représente le nombre de c.c. de la solution de caméléon nécessaires pour oxyder 10 c.c. de solution d'acide oxalique. Faut-il, par exemple, ajouter 9,9 c.c. de solution de caméléon à 10 c.c. de solution d'acide oxalique pour produire une coloration rougeâtre, signe d'une oxydation complète de l'acide, on divisera le total $x \times 3,16 \times 10$, par 9,9.

En faisant ces calculs, on arrive à connaître le nombre de milligrammes de permanganate de potasse qu'un litre d'eau réduit. Si l'on veut savoir quelle est la quantité d'oxygène qui est employée dans cette réaction, on remplace, dans le calcul indiqué ci-dessus, le chiffre 3,16 par 0,8.

La solution de caméléon étant altérable, on doit, comme nous l'avons déjà dit, déterminer son titre avant chaque analyse. Pour cela, on ajoute à 90 c.c. d'eau fraîchement distillée 3 c.c. d'acide sulfurique étendu et 10 c.c. de solution normale ($^1/_{100}$) d'acide oxalique et l'on chauffe jusqu'à l'ébullition. Dans ce liquide chaud, on verse de la solution de caméléon jusqu'à ce qu'il se produise une faible coloration rouge persistant pendant 5 minutes. Nous connaissons ainsi le nombre de c.c. de solution de permanganate qui correspond à 10 c.c. de solution oxalique. Or, dans ces 10 c.c., il y a 6,3 milligr. d'acide oxalique; ces 6,3 milligr. d'acide ont besoin pour être oxydés complètement de 3,16 milligr. de permanganate ou de 0,8 milligr. d'oxygène. La quantité de solution de caméléon employée dans le titrage contient donc 3,16 milligr. de permanganate, lesquels cèdent 0,8 milligr. d'oxygène.

B. Examen bactériologique et microscopique.

Pour l'examen bactériologique, on se sert de tubes à réaction contenant environ 6 c.c. de gélatine nutritive liquéfiée. A l'aide d'une pipette stérilisée, on introduit dans un premier tube 1 c.c., dans un deuxième 0,5 c.c. et dans un troisième une goutte de l'eau recueillie spécialement pour les recherches microbiologiques. On incline ces tubes avec précaution, pour mélanger intimement l'eau avec la gélatine. Celle-ci, ainsi ensemencée, est employée pour faire des cultures sur plaques qu'on dépose dans un cristallisoir, sous une cloche, et qu'on

Cultures sur plaques.

laisse pendant quelques jours, dans une chambre modérément chauffée (environ 20° C.). On compte les colonies qui se développent sur ces plaques, en se servant de l'appareil spécial de *Wolffhügel (Fig. 24)* et d'une loupe, et on les différencie par leur coloration et par leur mode de développement.

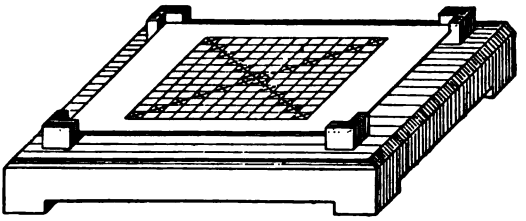


Fig. 24. Plaque de *Wolffhügel* pour la numération des colonies.

Pour l'examen microscopique, le mieux est d'utiliser l'échantillon d'eau destiné à l'analyse chimique. On laisse reposer les flacons pendant quelques heures à une température fraîche, puis on verse avec précaution la partie supérieure de l'eau; on recueille dans un verre conique ce qui reste et on laisse déposer. A l'aide d'une pipette, on prélève les particules qui se réunissent au fond du verre et on les place sur le porte-objet; on les examine à un grossissement de 15 à 100, puis de 250 à 500 diamètres. Dépôt.

III. Provenance de l'eau.

Les eaux naturelles dont nous pouvons disposer pour la boisson et pour les autres usages, sont :

A. L'eau de pluie,
B. L'eau souterraine,
C. L'eau des rivières et des ruisseaux,
D. L'eau des lacs.

A. Eau de pluie.

L'eau de pluie contient les gaz de l'air atmosphérique qu'elle a entraînés en le traversant; elle est donc saturée d'oxygène et d'azote, et elle renferme une certaine proportion d'acide carbonique. Dans les contrées industrielles, elle se charge également de quantités non négligeables d'ammoniaque, d'acide nitreux et d'acides minéraux.

Elle entraîne, en outre, les particules en suspension dans l'atmosphère : ces particules consistent, pour une faible partie, en matières inorganiques et, pour la plus grande partie, en débris de nature organique. Les microorganismes de l'air étant également entraînés, il en résulte que l'eau de pluie se décompose facilement quand elle se trouve exposée à une température élevée. Celle qui est recueillie à la fin d'une période de pluie, présente cette particularité à un moindre degré.

B. Eau souterraine.

Une partie de l'eau de pluie pénètre dans le sol jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche imperméable. Elle constitue alors, avec l'eau qui arrive latéralement, la nappe d'eau souterraine (Grundwasser).

a) Eau de source et eau souterraine superficielle.

L'eau souterraine peut, par suite d'une disposition spéciale des couches des terrains, venir émerger naturellement à la surface du sol, et constituer ainsi une source. D'autres fois, elle doit être mise au jour et, pour cela, on établit des puits.

Puits superficiels et puits profonds.

Les puits qui s'enfoncent jusqu'à la première couche imperméable ou qui restent au-dessus de celle-ci sont appelés puits superficiels ou plats (Flachbrunnen). Ceux qui traversent cette première couche et vont prendre l'eau au-dessus de la deuxième couche imperméable sont désignés sous le nom de puits profonds. Des puits qui ne dépassent pas la couche imperméable la plus superficielle sont encore appelés puits profonds, lorsque cette couche est située à une très grande profondeur (30 m.).

Constitution chimique de l'eau souterraine.

La constitution chimique de l'eau souterraine est sous la dépendance des propriétés chimiques et physiques des terrains qu'elle traverse dans une direction verticale et dans une direction horizontale.

L'eau de pluie se dépouille dans le sol des particules qu'elle tient en suspension, elle y abandonne une certaine quantité d'acides, elle perd de son oxygène et, d'autre part,

elle se charge de l'acide carbonique qu'elle rencontre dans les terrains.

Une eau chargée d'acide carbonique peut dissoudre les carbonates de calcium et de magnésium, et même, à la longue, décomposer des silicates.

L'eau, en lavant en quelque sorte les matières organiques contenues dans le sol, entraîne les parties solubles de celles-ci et se charge de leurs produits de décomposition : ammoniaque, acide nitreux, acide nitrique. Mais elle se débarrasse rapidement d'une grande partie des substances qu'elle a dissoutes. Ainsi, déjà dans les couches superficielles du sol, elle cède aux plantes l'ammoniaque et l'acide phosphorique que celles-ci utilisent pour leur nutrition.

Dans des circonstances défavorables, l'ammoniaque et l'acide nitreux — dont la signification au point de vue hygiénique est la même — pénètrent avec l'eau dans la profondeur du sol. Cela arrive lorsque les couches superficielles se laissent traverser rapidement, ou bien lorsque le sol est saturé de ces substances.

Signification des substances dissoutes.

La présence de ces deux éléments est une preuve de l'existence de processus de décomposition dans le voisinage. La constatation de matières organiques a la même signification : celles-ci sont d'ordinaire rapidement dissociées en produits très résistants. L'acide nitrique et le chlorure de sodium ne sont pas retenus par le sol et ils ne subissent pas de transformation ultérieure. Leur présence indique qu'il y a eu, à une distance peu considérable, une souillure, mais elle ne renseigne pas sur l'époque à laquelle celle-ci s'est produite.

Plus l'eau traverse des couches nombreuses du sol et pénètre profondément, plus elle devient, d'une manière générale, pauvre en substances dissoutes. L'eau souterraine située à une grande profondeur, est donc plus pure que celle qui est plus rapprochée de la surface. L'eau de source, qui a un cours rapide, abandonne le long de son trajet les substances qui étaient venues s'y mélanger : il en résulte qu'on y retrouve avec moins d'évidence que dans les puits dont l'eau stagne ou bien est le siége d'un courant très lent, les traces d'une souillure qui se serait produite dans le voisinage.

Eléments corpusculaires. La quantité des éléments corpusculaires tenus en suspension dans l'eau souterraine est en général peu considérable, grâce à la lenteur de sa progression dans le sol et grâce à l'étroitesse des pores de ce dernier.

Ce sont les particules très tenues d'argile qui sont le plus facilement entraînées et ce sont elles aussi, dont on débarrasse le plus difficilement l'eau, parce qu'elles passent à travers les filtres.

Pénétration des bactéries. Parmi les éléments corpusculaires de l'eau, les bactéries offrent un intérêt tout spécial. Il résulte des recherches de *Fränkel*, que l'eau souterraine est en général exempte de germes. Les microorganismes de la surface et des couches supérieures du sol n'y arrivent absolument pas : ils restent fixés dans les pores des terrains. Ainsi déjà à une profondeur d'environ 3 mètres, le sol peut être exempt de bactéries.

Il peut arriver cependant, que les eaux de la surface entraînent avec elles dans les couches profondes du sol, les bactéries qu'elles contiennent. Cela se produit, quand on a affaire à un terrain dont les pores sont larges et qui est sillonné de crevasses, de fissures ou de galeries creusées par des animaux.

On trouvera également des germes dans l'eau souterraine, lorsqu'elle vient à s'élever jusque dans les couches du sol qui renferment des bactéries.

On peut admettre que les microorganismes ne peuvent se maintenir que peu de temps en vie dans l'eau souterraine, et qu'ils ne s'y multiplient pas.

Bactéries dans l'eau de source. Le plus souvent, l'eau de source, qui n'est que de l'eau de la nappe souterraine, sera donc, à son origine, exempte de germes. Seulement, au niveau de son point d'émergence à la surface du sol, des bactéries viennent s'y mélanger, quoique en petit nombre. D'ordinaire, on n'y trouve, en effet, pas plus de 50 bactéries par centimètre cube.

Bactéries dans l'eau de puits. Les eaux de puits, provenant également de la nappe souterraine, devraient être, elles aussi, exemptes de germes, et cependant on n'en trouve aucune qui ne contienne pas des bactéries. Cela provient de ce qu'on en introduit lors de la construction du puits, lors du placement de la pompe, etc. L'activité de la pullulation de ces microbes dépend de conditions variées qui ne sont pas toujours bien connues. Elle est tout particulièrement favorisée par une température élevée.

Puits non étanches.

Dans la suite, il peut arriver encore que des microorganismes pénètrent dans les puits. Ainsi, si leurs parois ne sont pas imperméables dans toute leur étendue et jusqu'au niveau de l'eau souterraine, ils jouent le rôle d'un tube de drainage vertical par rapport au sol qui les entoure. Si celui-ci a des pores larges, les eaux de pluie pénètrent directement dans le puits à travers ces voies béantes, sans avoir subi de filtration; s'il a des pores étroits, il se produit, avec le temps, de petites rigoles par lesquelles ces mêmes eaux de pluie, mélangées avec les substances inorganiques et organiques, avec les bactéries, etc., qu'elles tiennent en suspension, s'introduisent également dans le puits par les côtés.

b) **Eau des puits profonds.**

Eau de puits profonds.

L'eau des puits profonds est souvent d'excellente qualité; il arrive cependant, qu'elle ne peut être utilisée, telle qu'on la recueille, pour la boisson et pour les autres usages. Ainsi, il n'est pas rare qu'elle contienne de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et de l'oxydule de fer; ce dernier corps, sous l'action de l'oxygène de l'air, se transforme en hydroxyde de fer qui se précipite sous forme de flocons bruns. La température de l'eau de ces puits dépend de leur profondeur. Le nombre des bactéries y est peu considérable. Cette eau est, en effet, à son origine exempte de germes; ceux qui viendraient à y être introduits ne peuvent se développer d'une manière notable dans les puits artésiens étroits et dans des puits dont l'eau est habituellement l'objet d'une consommation abondante.

C. Eau des rivières et des ruisseaux.

Constitution des eaux courantes.

Les rivières et les ruisseaux reçoivent de l'eau de source, c'est-à-dire de l'eau souterraine, de l'eau de pluie qui coule à la surface du sol et, dans beaucoup de cas, des eaux industrielles et des eaux résiduaires des villes. Ces diverses origines donnent à l'eau courante son caractère propre : elle peut être très pure, — principalement dans la partie la plus rapprochée de sa source, — et elle peut contenir beaucoup de substances en suspension et en solution — surtout à mesure qu'elle s'en éloigne.

Par suite de son contact continu avec l'air, l'eau courante perd de son acide carbonique; il en résulte qu'une partie des sels de chaux se précipite. Quant à son oxygène, une certaine quantité est employée pour les processus de décomposition des matières organiques par les microorganismes.

Les particules inorganiques et organiques que les eaux des ruisseaux et des rivières tiennent en suspension, ainsi que les microorganismes, leur sont apportés principalement par les eaux résiduaires des villes et des établissements industriels, et par les eaux qui coulent à la surface du sol.

Toute pluie abondante a pour conséquence une souillure nouvelle des eaux courantes. Cependant celles-ci abandonnent rapidement une partie des substances en dissolution ou en suspension qui leur sont amenées et redeviennent pures. On donne à ce phénomène le nom d'assainissement spontané des rivières. Les facteurs qui influencent cet assainissement ou le déterminent, sont indiqués d'une manière plus précise, dans le chapitre qui traite de l'évacuation des immondices dans les rivières.

D. Eau des lacs.

Les lacs qui fournissent l'eau la plus pure, sont ceux qui sont situés dans les montagnes. On n'y trouve souvent, qu'une quantité vraiment minime de substances en solution et en suspension. Elle se dépouille ordinairement au bout de peu de temps des particules en suspension ainsi que des bactéries qui s'y seraient introduites.

Il en est tout autrement des lacs plus petits situés dans des régions industrielles : leur eau est souvent riche en substances dissoutes et en matières en suspension, en raison de nombreuses souillures auxquelles elle est soumise.

IV. De l'approvisionnement d'eau.

Les eaux naturelles ne possèdent pas toujours les qualités que l'on doit exiger d'une eau destinée à servir pour la boisson et pour les usages domestiques. Avant de livrer une eau à la

consommation, il y aura donc lieu, dans certains cas, de la rendre propre aux usages que nous venons d'indiquer.

A. Approvisionnement d'eau de pluie.

Lorsqu'on doit utiliser l'eau de pluie, il faut au préalable la débarrasser des germes de maladie qu'elle pourrait contenir, ainsi que des matières en suspension. Lorsqu'elle est ainsi purifiée, il s'agit de la protéger contre de nouvelles souillures et de lui conserver sa fraîcheur.

Citerne pour approvisionnement local.

Il convient de ne pas recueillir l'eau qui tombe au commencement d'une période de pluie, parce qu'elle est fortement souillée par les poussières de l'air et par les saletés des toits des maisons. Celle qui tombe ensuite est conduite par un tuyau jusque près du fond d'un réservoir à parois imperméables rempli de sable fin. Elle se dépouille, dans ce sable, des matières en suspension, puis elle s'écoule par débordement dans une citerne située dans la cour : cette citerne doit avoir des parois imperméables et doit être recouverte d'une couche épaisse de terre *(Fig. 25)*.

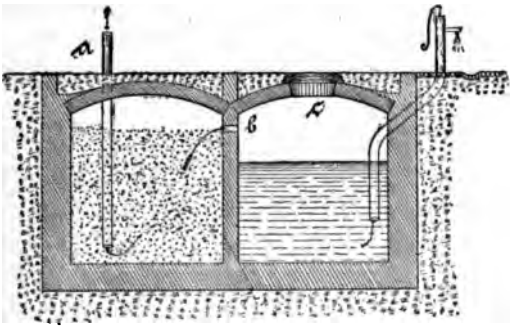


Fig. 25. Citerne. *a* Tuyau venant du toit et descendant jusqu'au fond du filtre de sable ; *b* Ecoulement par débordement dans le réservoir ; *c* Ouverture permettant l'entrée d'un homme.

On trouve de pareilles installations à Wilhelmshaven, port de guerre situé dans une région marécageuse. L'eau de boisson est amenée de très loin par des conduites. L'eau de citerne, en temps ordinaire, ne sert que pour les autres usages. Mais en temps de guerre, Wilhelmshaven pourrait, grâce à ses citernes, se passer complètement de l'eau provenant des conduites qui sont exposées à être détruites.

En temps d'épidémie, l'eau de pluie, filtrée à travers le sable ou non filtrée, devrait être soumise à l'ébullition : celle-ci détruit tous les germes de maladies connus jusqu'ici. Mais une eau bouillie étant fade, on y ajoute du thé ou du café pour lui donner une certaine saveur.

Citerne pour approvisionnement d'agglomérations.

L'eau de pluie peut servir également pour un approvisionnement général ou central. Ainsi, dans le voisinage d'Aden, il existe dans les rochers des citernes immenses que l'on prétend y avoir été creusées sous la domination romaine. On y emmagasine les eaux de pluie provenant des ravins et de là on les conduit à la ville. Ailleurs, par exemple dans les grandes forêts près de Belgrade, à Constantinople, on a établi des barrages s'étendant à des vallées entières, en y construisant des murs. L'eau de pluie s'accumule alors derrière ceux-ci dans les ravins, et elle est ensuite amenée à la ville par des conduites.

Ces réservoirs et le territoire qui les alimente sont-ils situés dans une région non bâtie et non habitée, et l'eau a-t-elle le temps de laisser déposer les matières indifférentes qu'elle a entraînées avec elle, il n'est pas nécessaire de recourir à une épuration artificielle. Dans le cas contraire l'eau est bouillie ou bien filtrée, comme on le fait pour l'eau de rivière.

B. Approvisionnement d'eau de source.

L'approvisionnement d'eau de source mérite la préférence pour deux raisons : d'abord parce que cette eau a le plus souvent une composition telle que son usage n'entraîne absolument aucun danger, ensuite parce que, par le fait même de la situation des sources, elle peut être amenée par les seules forces de la gravitation jusqu'à l'endroit où elle doit être utilisée (Gravitationsleitung). Les sources doivent être captées à une certaine profondeur en dessous de leur point d'émergence naturel afin d'éviter le mélange des impuretés de la surface du sol. La souillure de ce dernier par des engrais, etc., à une faible distance au-dessus de la source, peut exercer une influence nuisible sur l'eau.

C. Approvisionnement d'eau de puits.

L'eau souterraine, mise à jour par le creusement de puits, est utilisée aussi bien pour l'approvisionnement de maisons isolées que pour celui d'agglomérations urbaines.

a) Approvisionnement local.

Les puits destinés à approvisionner une habitation isolée sont ordinairement situés très près de celles-ci; il en résulte qu'ils peuvent facilement être souillés ou infectés si on ne prend pas des précautions convenables. On doit éviter de les établir à proximité de fosses d'aisance ou de trous à fumier; ils doivent toujours dépasser la couche du sol qui contient des bactéries, c'est-à-dire avoir au moins 5 mètres de profondeur. Emplacement des puits.

Les puits creusés (Kesselbrunnen) doivent être entourés d'une paroi en maçonnerie imperméable, construite avec du ciment et des pierres compactes; au besoin on disposera autour de cette paroi un revêtement en terre glaise. De plus, pour prévenir l'introduction de l'eau qui coule à la surface du sol, la paroi s'élèvera à une hauteur d'environ 0,25 m. au-dessus de cette dernière sous forme de margelle, et enfin on surmontera le puits d'un toit imperméable. La pompe sera placée non pas directement sur le puits, mais à une distance de 2 ou 3 m., et ses eaux d'écoulement seront éloignées avec soin et conduites dans une rigole aussi imperméable que possible. Puits creusés.

Les puits forés (Röhrbrunnen) ont sur les puits creusés l'avantage de coûter moins cher et d'être absolument imperméables aux microbes. Ils consistent en un tube en fer muni à l'une de ses extrémités d'une pointe en acier simple ou en pas de vis. A sa partie inférieure, au-dessus de sa pointe, le tube est percé d'orifices. A son extrémité supérieure, on adapte une pompe. Puits forés.

b) Approvisionnement central.

Lorsqu'on veut établir un approvisionnement central au moyen d'eau de puits, on utilise soit des puits creusés, soit des puits forés, soit encore des espèces de puits à direction horizontale qu'on désigne sous le nom de galeries.

Si l'on a recours au premier procédé on creuse, dans un terrain à l'abri des souillures, des puits distants l'un de l'autre de 50 à 100 mètres; on les réunit à une pompe centrale qui puise et distribue l'eau à l'aide d'une machine. La fig. 30 représente une semblable installation. Avant que la ville de Berlin ne se décidât à prendre son eau dans le lac de Tegel, *a)* Puits creusés.

elle s'approvisionnait au moyen de puits creusés sur les bords du lac. Dans la figure ils sont indiqués par la lettre *i*. Ces puits étaient reliés entre eux et à la pompe centrale, par un tuyau d'aspiration. Il se produisit dans l'eau, qui contenait du fer, un énorme développement de Crenothrix qui entraîna l'abandon forcé de toute l'installation.

b) Puits forés.

Les puits creusés subissent actuellement une concurrence bien justifiée de la part des puits forés. Par la réunion d'un certain nombre de ces derniers qui sont faciles à établir et peu coûteux, on peut pénétrer en des points très nombreux dans la nappe souterraine et capter son eau sur une grande étendue. A l'aide de ce moyen, on a pu mettre aisément à la disposition du public des quantités d'eau considérables, dans des localités où, auparavant, l'approvisionnement était difficile.

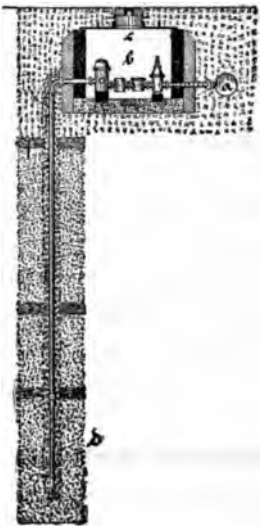


Fig. 26. Un puits foré isolé *d*, avec son raccordement au tuyau d'aspiration principal *a*, à travers la chambre, *b*, qui contient un système d'arrêt, un appareil pour mesurer l'eau et le vide.

Fig. 27. Un groupe de puits raccordés au tuyau d'aspiration.

La ville de Francfort-sur-le-Mein nous fournit sous ce rapport un des exemples des plus instructifs. Afin de pourvoir aux besoins d'eau de boisson, on a foré 280 puits dans la forêt de la ville, où le sol est à l'abri de souillures, et l'on a ainsi capté l'eau souterraine de la vallée du Mein qui, à tous les points de vue, convient pour la boisson et pour les usages

domestiques (*Fig. 26 et 27*). Chacun des tubes-puits en cuivre de 5 cent. de diamètre, muni d'un piston de 3 à 4 m. de long, fut enfoncé à l'intérieur d'un premier tube d'un diamètre de 15 cent. jusque dans l'eau souterraine. On y versa ensuite du gravier.

Ces puits sont réunis par groupes de 10 et chaque groupe est raccordé, à son tour, au tuyau principal qui conduit à la pompe centrale. Celle-ci sert à extraire l'eau de tous les puits. Chacun de ces derniers fournit un litre d'eau par demi-seconde et, tous ensemble, ils en procurent journellement plus de 10,000 m³. Tout ce travail a coûté en chiffres ronds 890,000 mark et son exécution a duré seulement trois mois.

On désigne, sous le nom de galeries, des canaux creusés dans l'intérieur du sol et entourés d'une paroi en partie perméable. L'eau souterraine s'y introduit et est ensuite pompée ou bien s'écoule naturellement à un endroit déterminé. On a souvent construit des galeries parallèles aux rivières, dans le fond des vallées : on comptait que l'eau de rivière se serait ainsi purifiée par filtration naturelle en passant en grande masse dans les galeries d'où on l'aurait conduite dans la ville à approvisionner. Il n'est pas rare que l'on ait, de cette façon, collecté non pas l'eau de la rivière elle-même, mais l'eau *c)* Galeries.

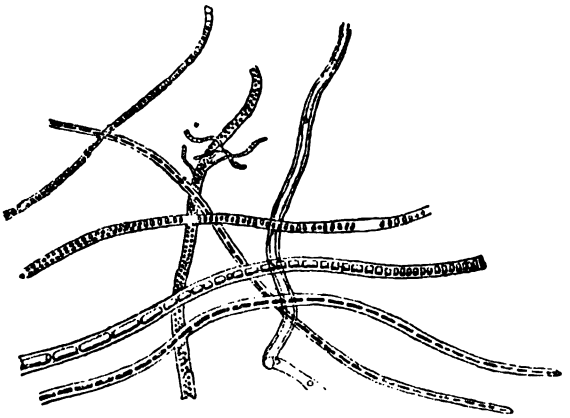


Fig. 28. Crénothrix polyspora (gross. : 500) avec des macrogonodies et des microgonidies; ces dernières sont des spores; leur germination est représentée en x. A droite se trouve un filament vide dont le contenu à l'exception de 4 microgonidies est tombé.

souterraine qui alimente cette dernière. On établit, en pareil cas, si l'on a affaire à de l'eau de rivière ou à de l'eau

souterraine, par des analyses chimiques comparatives, par la détermination de la température et par l'examen des conditions locales.

d) Puits profonds.

Dans les endroits où l'eau souterraine puisée au-dessus de la première couche imperméable n'est pas assez abondante ou bien ne présente pas les qualités requises, on peut essayer de pénétrer en dessous de cette couche en établissant des puits profonds. Il arrive que l'eau ainsi obtenue contient des composés ferreux qui, par leur transformation en composés ferriques, produisent un précipité coloré en brun. Cette eau a un aspect désagréable, elle est impropre à maints usages et elle obstrue les conduites par les dépôts auxquels elle donne lieu. Lorsqu'on veut débarrasser une pareille eau du fer et de l'hydrogène sulfuré qu'elle contient, on la laisse tomber à l'air libre en pluie fine, d'une hauteur de 2 mètres, dans un bassin à filtration rempli de graviers, ou bien encore, on la fait ruisseler sur une masse de coke de 2 mètres de haut et on la recueille ensuite sur un filtre à sable; on règle l'écoulement de façon qu'en une heure le filtre ne laisse pas passer plus d'un mètre cube d'eau par mètre carré de surface.

Crénothrix.

Une eau qui contient du fer, constitue un bon milieu de culture pour les crénothrix (*Fig. 28*). Cette bactérie filamenteuse forme des flocons qui s'incrustent de sels de fer : ce sont eux qui donnent à l'eau un aspect désagréable et qui obstruent les conduites.

On débarrasse l'eau des crénothrix par filtration.

D. Approvisionnement d'eau de lacs.

L'eau des lacs peut, dans certains cas, être utilisée directement comme eau de boisson. Glascow par exemple se fournit d'eau excellente à un lac situé dans les montagnes de l'Ecosse, à 39 kilom. de distance, le *loch Katrine*.

Endroits de puisage.

On aura toujours soin de puiser l'eau en dehors des endroits où elle se trouble par les mouvements des vagues (Dans la *Fig. 30*, en *g'* le point de puisage est défectueux, en *g* il est bien situé). Si l'eau d'un lac est exposée à des dangers d'infection, on doit la traiter comme l'eau de rivière souillée.

E. Approvisionnement d'eau de ruisseaux et de rivières.

Les ruisseaux et rivières qui prennent leur origine dans des régions boisées, non habitées et peu fréquentées par l'homme, peuvent fournir une eau propre à être employée directement pour la boisson et pour les usages domestiques.

Lorsqu'on veut utiliser les ruisseaux pour approvisionner une ville, on détourne leur cours vers des canaux souterrains conduisant à cette ville. Mais, si l'apport d'eau est irrégulier, si, par exemple, le ruisseau se dessèche en été, on construit des réservoirs ou bien on crée des bassins artificiels en établissant des barrages dans les vallées; on protége ces bassins contre les impuretés en les entourant de plantations et en les surveillant attentivement. Les réservoirs sont remplis au moment où l'eau est abondante; celle-ci est ensuite distribuée suivant les besoins. Approvisionnement en cas d'apports irréguliers.

Ordinairement l'eau de rivière ne peut être utilisée directement comme eau de boisson. En effet, ou bien elle se trouve dans des conditions telles que des germes infectieux ont pu y pénétrer, ou bien elle contient des particules en suspension qui lui donnent un aspect désagréable, ou bien encore, les substances qu'elle tient en dissolution lui communiquent de l'odeur ou un mauvais goût. Défectuosités de l'eau de rivières.

Le principal moyen de rendre une telle eau utilisable, est la filtration.

Filtration.

Il est désirable que, déjà avant d'être soumise à la filtration, l'eau soit aussi pure que possible. Dans le cas contraire on la fait passer au préalable dans des bassins de clarification où elle abandonne, par un séjour de 1/2 à 1 1/2 jour, une grande partie des substances tenues en suspension.

La filtration se fait en masse (filtration centrale) ou bien à domicile.

1° Filtration centrale.

Lorsqu'on recourt à la filtration centrale, on fait passer l'eau par les filtres avant de la distribuer aux consommateurs. Construction des filtres. Ces filtres sont constitués par des bassins en maçonnerie de

1 à 3000 m² au fond desquels se trouvent des canaux percés d'ouvertures nombreuses et destinés à recevoir l'eau purifiée. Ce fond est recouvert d'une couche de 60 cent. environ d'épaisseur formée d'abord de cailloux, puis de gravier à gros grains et enfin de gravier à grains fins. Au-dessus de cette couche, se trouve un lit peu épais de gros sable, puis une couche d'environ 60 cent. de sable fin. Toutes ces couches sont traversées à différents endroits par des tuyaux qui amènent l'eau à filtrer. Pour mettre le filtre à l'abri des souillures et le garantir contre l'influence des grandes chaleurs de l'été et des grands froids de l'hiver, on le recouvre de voûtes en maçonnerie *(Fig. 29)*.

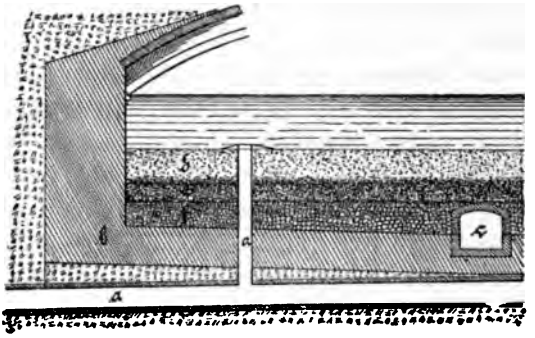


Fig. 29. Coupe à travers une partie d'un filtre. *a* Conduite pour l'eau à filtrer; *b* Maçonnerie; *c* Canal destiné à recevoir l'eau purifiée; *d* Sable fin; *e* Gros sable et gravier à grains fins; *f* Gravier à gros grains et cailloux.

Les conduites d'eau filtrée, après avoir passé par les chambres de contrôle et de réglage, s'ouvrent dans le réservoir d'où l'eau est ensuite livrée au consommateur. Comme type d'une grande installation de ce genre, nous figurons ici celle du lac Tegel *(Fig. 30)*.

Pour faire fonctionner un filtre on commence par le remplir par la partie inférieure avec de l'eau pure; on fait ensuite arriver l'eau à purifier. Celle-ci abandonne à la surface du sable fin les particules qu'elle tient en suspension. Il s'y forme de cette façon une pellicule à pores très étroits mais perméable, qui constitue la véritable couche filtrante, le reste, le sable fin lui-même, servant principalement à lui fournir un support. Lorsque après 12—24 heures il s'est déposé une certaine épaisseur de cette couche limoneuse, on fait commencer la filtration en laissant s'écouler avec prudence l'eau

Couche limoneuse filtrante.

purifiée. Plus le filtre aura fonctionné longtemps, plus la couche de limon sera devenue dense et plus les matières en suspension seront complètement retenues; par contre l'eau passera alors en moindre abondance. Pour obtenir un rendement suffisant, on augmente la pression sous laquelle se fait la filtration en faisant arriver en plus grande quantité l'eau à filtrer. On peut aller jusqu'à une hauteur d'environ 60 centimètres mais non au delà, car sous une pression plus forte, le filtre est exposé à se rompre, c'est-à-dire que la couche limoneuse et les couches de sable se séparent à l'un ou l'autre endroit et l'eau impure passe alors à travers les solutions de continuité ainsi produites.

Quantité d'eau filtrée.

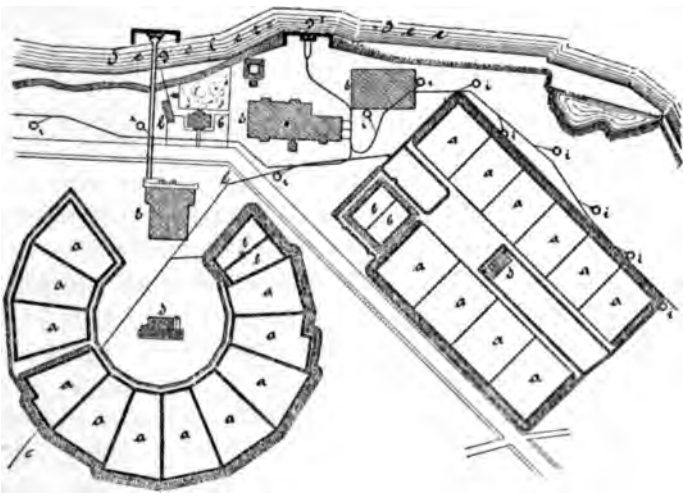


Fig. 30. Installation des filtres du lac Tegel à Berlin : *a* Filtre ; *b* Réservoirs d'eau pure ; *c* Conduite sous pression vers Charlottenbourg et Berlin ; *d* Endroit ou se fait le lavage du sable ; *e* Chambre des machines et dépôt de charbon ; *f* Habitation du directeur et bureau ; *g* Ancienne chambre d'aspiration ; *gI* Nouvelle chambre d'aspiration ; *i* Une série de puits réunis entre eux par un tuyau d'aspiration qui fournissaient autrefois l'eau à la ville de Berlin.

Lorsqu'un filtre cesse de donner de l'eau, on le nettoie en enlevant la couche de limon ainsi qu'un centimètre de la couche de sable fin sous-jacent. Quand cette dernière est réduite à une épaisseur de 30 centimètres, on y ajoute du sable nouveau ou bien on remet en place celui qui a déjà servi, après l'avoir lavé.

Le fonctionnement du filtre doit être réglé de telle façon que l'eau le traverse aussi lentement que possible. Il fournira en

24 heures, par mètre carré de surface, 2 et au grand maximum 3 mètres cubes d'eau. Il faut en outre que ce fonctionnement soit très régulier, c'est-à-dire que la rapidité de la filtration et la quantité d'eau fournie restent toujours identiques pour chaque heure de fonctionnement. Des inégalités, des variations de pression troublent le dépôt des fines particules en suspension et celles-ci passent en plus grande quantité.

Contrôle de la filtration.

Autrefois on croyait qu'un filtre au sable bien construit et fonctionnant régulièrement, retenait tous les germes et que les bactéries trouvées dans l'eau filtrée provenaient des couches inférieures de l'appareil et des conduites. Mais des recherches plus récentes ont montré que les meilleurs de ces filtres sont perméables aux bactéries saprophytes et parasites. Le danger de passage de ces organismes existe surtout pendant la période qui suit le nettoyage du filtre aussi longtemps qu'il ne s'est pas encore produit une couche limoneuse suffisante; aussi doit-on recommander de ne pas utiliser l'eau qui passe au début du fonctionnement de l'appareil.

Les filtres au sable ne protégent donc pas d'une manière absolue contre l'infection. Toutefois il est à remarquer que, le plus souvent, la quantité de bactéries pathogènes contenues dans une eau est peu considérable et que sur des milliers de germes qu'un centimètre cube d'eau déverse sur le filtre, un petit nombre seulement le traversent lorsque celui-ci fonctionne régulièrement. Mais la rapidité de filtration devient-elle excessive, ou bien se produit-il des troubles dans le fonctionnement, le passage des microorganismes en plus grande quantité à travers le filtre devient possible.

Qualités de l'eau filtrée.

L'examen bactériologique de l'eau avant et après filtration pratiqué régulièrement, constitue le moyen indispensable de se renseigner sur la manière dont le filtre fonctionne et de contrôler la marche de l'opération (*). Les substances en suspension autres que les microbes sont presque toutes complètement retenues par les filtres au sable à l'exception des

(*) Comme exemple de l'utilité des filtres au sable, rappelons que, d'après *Koch*, c'est grâce à une filtration bien surveillée de son eau d'alimentation (eau de l'Elbe très souillée) sur le sable, que la ville d'Altona a été épargnée lors de l'épidémie de choléra de 1892, pendant que Hambourg utilisant la même eau non filtrée payait un large tribut à la maladie (N. des T.).

plus fines particules d'argile sur lesquelles la filtration a peu de prise.

La composition chimique de l'eau est modifiée par la filtration en ce sens que l'acide nitreux et l'ammoniaque disparaissent; de plus la quantité de matières oxydables est toujours diminuée dans une certaine mesure.

La filtration n'exerce ordinairement pas d'influence sur la quantité de résidu fixe ni sur la teneur en chaux et en chlore; mais si l'eau présentait un goût ou une odeur désagréables, elle les fait disparaître ou les amoindrit considérablement.

2° Filtration à domicile.

Si les filtres à sable ne procurent pas une garantie absolue contre l'infection, les filtres domestiques nous en fournissent une moindre encore. Ces filtres sont constitués généralement par des substances poreuses, souvent même de nature organique. Les bactéries peuvent se développer à merveille dans leur intérieur, elles les pénètrent et les traversent, et ainsi, il n'est pas rare d'arriver à ce résultat, que l'eau contient plus de microorganismes après qu'avant la filtration.

Filtres retenant les bactéries.

Jusqu'à ce jour il n'existe que 3 filtres qui ne laissent pas passer les germes. Le filtre *Chamberland*, très employé actuellement, consiste en une enveloppe métallique que l'on visse sur une conduite d'eau. Dans cette enveloppe hermétiquement fermée se trouve fixée une bougie creuse en kaolin. L'eau arrive entre l'enveloppe et la bougie, traverse celle-ci de dehors en dedans et s'écoule par son orifice inférieur qui s'ouvre librement en dehors de l'enveloppe métallique. L'eau filtrée est débarrassée de germes mais elle n'est fournie qu'en très faible quantité; après peu de jours il n'en passe plus que quelques litres en 24 heures. On peut rendre sa perméabilité à la bougie en la brossant.

Le filtre de *Berkenfeld-Nordtmeyer (Fig. 31)* est construit d'après la même idée, mais au lieu d'être constitué par du kaolin, il est formé de terre d'infusoires calcinée.

Dans les grands appareils, la brosse qui sert au nettoyage est adaptée au filtre même.

Le filtre de *Breyer* repose sur un autre principe. Il consiste en une couche d'asbeste très finement pulvérisée répandue à la

surface d'un linge tendu sur une toile métallique, celle-ci formant le fond d'un récipient. Les pores de cette substance sont si fins que les bactéries ne les traversent pas. En renouvelant très fréquemment l'asbeste, on prévient leur obstruction par le limon et on assure un abondant débit d'eau.

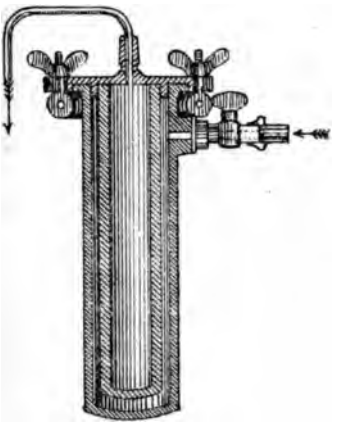


Fig. 31. Filtre de Berkenfeld-Nordtmeyer.

Si l'on veut simplement débarrasser une eau des particules indifférentes qu'elle tient en suspension, un filtre au charbon, sous l'une ou l'autre de ses nombreuses formes et combinaisons, peut suffire. Les filtres constitués par des éponges, des étoffes, etc., ne sont pas recommandables.

Adduction de l'eau de consommation.

L'eau propre à être utilisée est conduite vers les agglomérations urbaines, soit par les seules forces de la gravitation, soit à l'aide de machines. Elle circule dans des tuyaux en fonte disposés dans le sol aussi profondément que possible afin qu'elle reste indifférente aux variations de la température extérieure. Ces tuyaux sillonnent les rues et sont ramifiés et joints de façon à éviter autant que possible la stagnation de l'eau en un point quelconque.

Réservoir. Sur le trajet de la conduite principale on établit un réservoir bien protégé contre les souillures et contre les variations de température. On peut, grâce à ce réservoir, laisser fonctionner le filtre d'une manière uniforme, alors même que la consommation journalière varie, et conserver, là où l'eau n'est pas très abondante, l'excédant de la nuit pour la consommation pendant le jour; de plus, en cas d'incendie, on dispose ainsi d'une grande quantité d'eau.

On fait passer dans ce réservoir toute l'eau ou bien seulement la partie qui n'est pas utilisée directement; on la distribue ensuite suivant les besoins.

De la conduite de la rue, l'eau est amenée dans les maisons ordinairement dans des tuyaux en plomb. Ce métal a l'avantage de se laisser facilement travailler et d'être peu coûteux, mais il entraîne parfois des dangers d'intoxication. Conduites de distribution domestique.

Quand on veut ne pas se servir de tuyaux en plomb, on en emploie qui sont constitués par de l'étain recouvert d'une enveloppe de plomb. Dans ce cas, il faut veiller à ce que les soudures soient bien faites et à ce qu'il n'existe pas de fissure dans l'étain, sinon le plomb pourrait entrer en solution par électrolyse. Du reste, il est toujours bon de ne pas utiliser, pour la boisson, l'eau qui a séjourné pendant la nuit dans des tuyaux en plomb.

On peut chercher à prévenir le danger de dissolution du plomb en ajoutant aux eaux douces de la chaux qui augmente leur dureté et enlève l'acide carbonique libre qu'elles contenaient. C'est ce qu'on a fait par exemple à Dessau et on en a obtenu un bon résultat.

Les tuyaux en étain recouverts d'une enveloppe de plomb étant d'un prix élevé, on emploie beaucoup des tuyaux en fer galvanisé étamés.

Jusqu'ici, on n'a pas signalé d'inconvénient, au point de vue de l'hygiène, à la suite de la substitution des tuyaux en étain et en fer aux tuyaux en plomb.

F. Approvisionnement d'eau distillée.

Dans certaines circonstances, on peut être obligé, pour rendre l'eau dont on dispose propre à la boisson et aux usages domestiques, de procéder à sa distillation. Ainsi Iquique, place très importante pour le commerce de salpêtre, n'a pu se procurer d'autre eau de boisson que l'eau de mer. On la soumet à la distillation et on fait en sorte que l'eau distillée ne puisse plus être mélangée d'eau salée, que son refroidissement soit aussi complet que possible et qu'elle absorbe beaucoup d'air pour que sa saveur soit améliorée. On dispose, pour satisfaire à ces exigences, d'appareils très perfectionnés.

V. Considérations générales sur les expertises d'eaux.

Lors de l'examen d'une eau, on peut se trouver devant les questions suivantes : 1° L'eau qu'on a à examiner, possède-t-elle les qualités voulues pour servir à une distribution que l'on projette ; 2° Une eau se trouve-t-elle dans des conditions telles qu'il y a lieu d'empêcher qu'on continue à l'employer ; 3° L'usage d'une eau donnée a-t-il été cause d'une maladie déterminée.

Pour trancher les deux premiers points, c'est l'étude des conditions locales qui a le plus d'importance ; les examens chimique et bactériologique ne viennent qu'en seconde ligne.

On doit donner raison à *Flugge* lorsqu'il demande que la solution de ces questions soit réservée au médecin qui a l'hygiène dans ses attributions. Il devra étudier les conditions locales ; s'il manque d'expérience ou de loisir pour procéder aux examens bactériologique et chimique, il fera bien de les faire pratiquer par d'autres, mais c'est lui-même qui, en sa qualité d'hygiéniste, aura à prendre la décision finale : lui seul est compétent. Pour se faire son opinion, il se guidera sur les considérations que nous avons émises, dans la première partie de ce chapitre, à propos des qualités de l'eau de boisson.

Lorsqu'on veut interdire l'usage d'une eau, il faut faire en sorte 1° qu'on ne puisse plus se la procurer : pour cela on enlève par exemple, le bras de la pompe ; 2° qu'il y ait une autre eau pour la remplacer.

La solution de la troisième question est du ressort du chimiste, lorsqu'il s'agit d'intoxication, et du bactériologiste, lorsqu'il s'agit d'infection. Leurs recherches restent-elles sans résultats, c'est encore une fois au médecin ou à l'hygiéniste à trancher la question de possibilité ou de probabilité d'infection.

On doit interdire l'usage de toute eau dans laquelle on a trouvé des germes de maladies. S'il s'agit d'un puits, on le condamnera pendant plusieurs mois afin que, durant ce laps de temps, les microbes aient perdu leur vitalité. Veut-on, comme il est toujours à conseiller, procéder à la désinfection d'un puits ordinaire, on commence par le vider, puis on le badigeonne au

lait de chaux, après quoi on le vide une deuxième fois ; s'agit-il d'un puits foré, on le débarrasse des germes en y versant de l'acide sulfophénique.

Toute eau suspecte ne pourra être ingérée qu'après avoir été soumise à l'ébullition.

Du sol.

I. Des processus de décomposition dans le sol.

Déjà dès l'antiquité, on a regardé le sol comme exerçant une influence sur la genèse de certaines maladies et on lui a attribué une grande importance au point de vue de la salubrité des habitations. Un sol imprégné de substances putrescibles était considéré comme dangereux au point de vue hygiénique. Ces substances y sont déversées en grande quantité et elles y subissent la décomposition. Les corps très complexes qui constituent les êtres organisés y sont transformés en éléments de plus en plus simples et finalement en acide carbonique, eau, acide nitrique et sels.

Etres vivants.

Autrefois on croyait que la présence de l'oxygène libre suffisait pour produire ces phénomènes. Actuellement on sait que ce sont des êtres vivants, des animaux occupant les degrés inférieurs de l'échelle, des végétaux d'un ordre plus ou moins élevé et avant tout les végétaux les plus inférieurs, les bactéries, qui sont les agents de cette décomposition dans toutes ses phases, depuis son début jusqu'à son complet achèvement.

Nombre et distribution des microbes.

On trouve des microorganismes dans tout sol. C'est à la surface et jusqu'à une profondeur de 10 cent. que leur nombre est le plus considérable : il s'élève à plusieurs centaines de mille et même à plusieurs millions par centimètre cube. Ils continuent à être abondants jusqu'à la profondeur de 1 à 2 m., puis tout d'un coup leur chiffre tombe à quelques centaines

ou à quelques milliers et quand on arrive à 3—6 m., on n'en trouve généralement plus. Cette distribution des microorganismes s'observe d'une manière uniforme dans tout sol qui n'a pas subi de remuement.

Leur recherche.

Pour rechercher la quantité de bactéries que le sol contient, on prend 0,1—1,0 centimètre cube de terre que l'on met immédiatement dans de la gélatine ou dans de l'eau. On prélève ensuite une certaine quantité de ce mélange et on l'introduit dans des tubes contenant de la gélatine nutritive; celle-ci sert à faire des cultures en tubes roulés, en cristallisoirs de *Pétri* ou en plaques suivant le procédé de *Koch*. Lorsque les germes se sont développés, on procède à la numération et à l'examen des colonies. Pour mettre en évidence les bactéries qui ne se développent qu'à l'abri de l'air, on doit avoir recours à l'une ou l'autre des méthodes spéciales usitées dans ce but. Ces microbes anaérobies semblent faire défaut dans les couches profondes du sol, tandis qu'ils ne sont pas rares dans les couches superficielles.

Manière dont s'accomplit la décomposition.

Les bactéries prenant leurs éléments nutritifs à des matières organiques préformées, déterminent une dissociation des composés constitutifs de ces dernières. S'il existe une grande quantité d'oxygène, ce sont principalement des oxydations qui ont lieu; l'oxygène fait-il défaut, ce sont les réductions qui prennent le dessus. Les deux processus se passent l'un à côté de l'autre dans le sol. Naturellement le mode de décomposition diffère pour les corps qui contiennent de l'oxygène et pour ceux qui n'en contiennent pas. Les produits intermédiaires qui se forment au cours de cette décomposition varient également avec la nature des substances et avec le genre de bactéries qui déterminent le phénomène.

Lors du scindement des molécules organiques, dès le début, malgré qu'il existe encore des combinaisons très complexes, il se détache déjà de ces molécules les produits terminaux de la décomposition : hydrogène, acide carbonique, hydrogène sulfuré, ammoniaque.

L'ammoniaque ainsi produite passe, sous l'influence de certaines bactéries, à l'état d'acide nitrique. *Cohn* et *Hoppe-Seyler* ont trouvé qu'un amylobacter décompose les hydrates de carbone. La graisse paraît se scinder sans intervention de

bactéries en glycérine et en acides gras, mais pour les transformations ultérieures, ce sont encore une fois des microorganismes qui deviennent les agents actifs.

Wollny a démontré que la production d'acide carbonique dans le sol s'arrête quand ce dernier est stérilisé; elle recommence quand de nouvelles bactéries y sont introduites.

Schlöesing et *Münz*, *Müller* et beaucoup d'autres auteurs ont montré que la nitrification dans le sol est déterminée par des bactéries et *Winogratzky* a cultivé celles-ci à l'état de pureté. — Bref, la chose n'est plus douteuse actuellement : sans microorganismes le retour des substances organiques à l'état de composés minéraux n'a pas lieu.

Il résulte naturellement de ce que nous venons de dire, que les phénomènes de décomposition ne peuvent se produire que dans les couches supérieures, là où les bactéries ont accès. Lorsque les matières qui viennent souiller le sol sont tellement abondantes que les bactéries et les autres végétaux ne parviennent plus à les dissocier, elles pénètrent petit à petit dans la profondeur, là où les microorganismes n'existent pas. Dans ces conditions on dit que le sol est sursaturé.

Indice de l'intensité des décompositions.

Nous trouvons dans la composition de l'air du sol une certaine indication, très peu précise à la vérité, sur l'intensité des phénomènes de décomposition. D'une manière générale la proportion d'oxygène qu'il contient est inférieure à celle que l'on trouve dans l'air atmosphérique, une quantité non négligeable de ce gaz étant utilisée pour les phénomènes d'oxydation. Par contre, la proportion d'acide carbonique y est plus élevée et elle affecte une marche parallèle à celle des phénomènes de décomposition. Mais l'air est en mouvement dans le sol; l'acide carbonique peut ainsi s'accumuler à un endroit et s'échapper d'un autre. Il en résulte que l'on peut rencontrer des quantités très différentes de ce gaz dans des points où les processus de décomposition sont cependant identiques. En général la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air du sol varie de 0,9 ‰ (dans les déserts) à 15 ‰ (dans les terrains cultivés).

Détermination de quelques éléments du sol.

Pour déterminer la quantité d'acide carbonique qu'il renferme, on aspire l'air du sol dans un appareil à alcali et on pèse avant et après.

La quantité des matières organiques du sol, prises dans leur ensemble, peut être constatée approximativement par la perte de poids qu'une masse donnée de terre subit quand on la chauffe au rouge.

On détermine la proportion de carbone par l'oxydation des substances organiques au moyen de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse : le carbone est ainsi transformé en acide carbonique que l'on recueille et que l'on peut mesurer.

Pour la détermination de la quantité d'azote on emploie la méthode de *Kjeldahl*.

Les terrains constitués par des éléments très fins possèdent un pouvoir absorbant considérable non seulement pour les substances inorganiques mais encore pour les substances organiques telles que les alcaloïdes et les corps analogues (toxines).

Les processus de décomposition sont influencés par la structure, la température, l'humidité du sol.

II. De la structure mécanique du sol.

La structure du sol exerce une influence sur les processus de décomposition en ce sens qu'un sol meuble favorise la transformation des matières organiques en composés minéraux, grâce à l'air qu'il contient. Les propriétés physiques des terrains sont, sous ce rapport, d'une importance beaucoup plus considérable que les propriétés chimiques.

Dimensions des grains.

Le sol, pour autant qu'il ne forme pas un roc massif, est constitué par l'assemblage de particules isolées qu'on appelle grains.

Si le grain mesure			moins de 0,3 mm.			de diamètre	on a du sable fin.
»	»	»	entre 0,3 et 1,0 mm.			»	» sable moyen.
»	»	»	» 1 et 2	»		»	» gros sable.
»	»	»	» 2 et 7	»		»	» fin gravier.
»	»	»	» 4 et 4	»		»	» gravier moyen.
»	»	»	au delà de 7 m.			»	» gros gravier.

Les particules qui ont moins de 0,05 mm. de diamètre sont désignées sous le nom de poussières : elles sont constituées le plus souvent par de l'argile.

Les grains du sol en se juxtaposant laissent entre eux des espaces qui forment les pores.

Volume des pores.

On entend par « volume des pores », le rapport existant entre l'espace qui les constitue et celui qui est occupé par les grains. Quand il s'agit de pierres, c'est le rapport entre l'espace occupé par les fins interstices et celui que représente la masse solide. Lorsque les grains constitutifs d'un sol ont les mêmes dimensions, le volume des pores est d'environ 38 %. Il est beaucoup moindre si de très fines particules sont incluses dans les interstices qui séparent les grains plus gros. On détermine le volume des pores d'un terrain en laissant pénétrer directement de bas en haut de l'eau dans un volume donné de terre jusqu'à ce qu'elle soit complètement saturée. La différence de poids avant et après l'expérience indique en centimètres cubes le volume des pores.

Grandeur des pores et perméabilité.

La « grandeur des pores » dépend de la grandeur des grains et lui est directement proportionnelle. C'est elle avant tout qui détermine la perméabilité du sol. La perméabilité pour l'air dans les pores étroits cesse déjà lorsque ceux-ci sont remplis à moitié d'eau. La congélation abolit d'ordinaire complètement la propriété du sol de se laisser traverser. Le pouvoir que possède le sol de retenir par adhésion de l'eau dans ses pores, est désigné sous le nom de « capacité pour l'eau. » Elle dépend surtout de la grandeur des pores mais, contrairement à la perméabilité, elle leur est inversement porportionnelle. Pour la mesurer on verse dans un vase, dont le fond est percé d'ouvertures, une quantité bien déterminée et pesée de terre sèche ; on plonge lentement le récipient dans de l'eau distillée jusqu'à ce que la terre s'en soit complètement imprégnée, on le retire et on laisse s'écouler l'eau jusqu'au moment où elle ne tombe plus que par gouttes, puis on pèse une deuxième fois.

Pouvoir d'aspiration capillaire.

Le « pouvoir d'aspiration par capillarité » repose, comme son nom l'indique, sur l'aspiration de l'eau par les plus fins canalicules capillaires du sol. En même temps que ces derniers, des espaces un peu plus grands se remplissent également d'eau à la façon des ampoules des canalicules lymphatiques qui ne sont plus capillaires et qui se remplissent grâce à l'attraction exercée par les tubes capillaires situés en dessous d'elles.

III. De la chaleur, de l'humidité et de l'air du sol.

A. Température du sol.

Lorsque le ciel est couvert, la température de la surface du sol marche parallèlement avec celle de l'air atmosphérique.

Absorption de chaleur.

Quand le soleil darde ses rayons, le sol s'échauffe et cet échauffement est d'autant plus intense que le terrain est d'une couleur plus sombre, qu'il est constitué par des grains plus gros et qu'il est plus sec; un sable calcaire s'échauffe plus aussi que l'argile et que la terre glaise. La température d'un sable foncé et sec peut s'élever dans l'Europe centrale jusqu'au delà de 50° C. Plus l'absorption de la chaleur est forte, plus aussi son émission est considérable. Dans un sol humide, l'échauffement est restreint par les phénomènes d'évaporation et la grande capacité calorifique que possède un tel sol est ainsi plus que compensée.

Répartition de la chaleur.

En dessous de la couche superficielle du sol, les variations de température diminuent rapidement et d'une

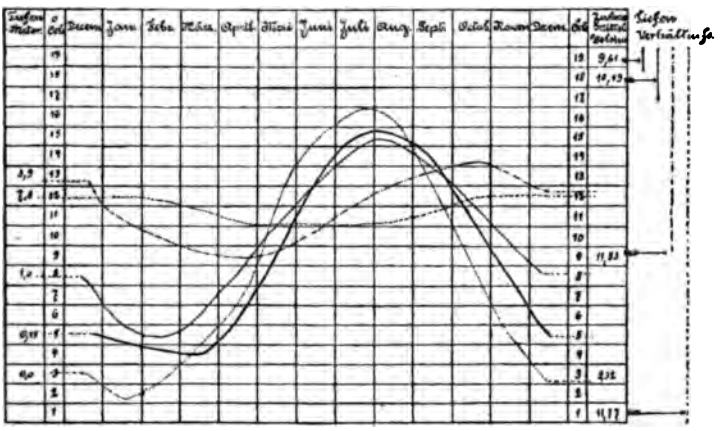


Fig. 32. Oscillations de la température du sol à Bruxelles.

Tiefen Meter : Profondeur en mètres. *Jahres Mittels °Celsius :* Température moyenne de l'année en degrés *Celsius*. *Tiefen Verhältniss :* Profondeur comparative.

manière notable. Déjà à une profondeur d'environ 1 mètre les oscillations diurnes disparaissent et quand on arrive à 20

mètres, on ne constate plus d'oscillation annuelle. A une profondeur de 10 mètres, les différences de température au cours d'une année ne dépassent pas 1 à 1,5°. La pénétration de la chaleur dans le sol exige un temps considérable; il faut 3 mois avant que le calorique n'arrive à traverser 4 mètres d'épaisseur.

Les oscillations de la température à diverses profondeurs et durant les différents mois de l'année sont indiquées dans le tableau représenté par la *Fig. 32*.

La température du sol s'accroît de 1° C. par 30 mètres de profondeur. Toutes choses égales d'ailleurs, plus la chaleur du sol est élevée — sans dépasser toutefois une certaine limite — et plus les processus de décomposition sont actifs ; en dessous de 2 à 3° C., ils s'arrêtent.

B. Humidité du sol.

a) Teneur en eau des couches supérieures du sol.

L'eau qui détermine l'humidité des couches supérieures du sol, siége exclusif des décompositions organiques et de la pullulation des microorganismes, est ordinairement l'eau de pluie qui tombe à la surface et pénètre de haut en bas.

Quantité d'eau qui s'écoule.

Lorsque l'eau de pluie arrive sur le sol, une partie s'infiltre dans son épaisseur, une autre s'évapore immédiatement et une troisième s'écoule. L'abondance de cette dernière portion est en rapport avec la nature et la configuration du sol, avec la végétation, avec le degré d'imprégnation préalable des pores du terrain et avec la façon dont la pluie tombe. Lorsqu'elle se déverse avec force, elle ferme elle-même les voies de pénétration dans la terre, parce qu'elle ne permet pas à l'air qui se trouve contenu dans les pores de s'en échapper.

On admet qu'en moyenne 1/3 de l'eau de pluie s'écoule. Naturellement cette évaluation est tout à fait arbitraire. Ainsi par exemple, dans une ville bien tenue il s'en écoule toujours beaucoup plus : les jardins et les parcs qui s'y trouvent disséminés et les cours dont le pavement est défectueux constituent, en effet, les seules portes d'entrée pour l'eau.

Pénétration de l'eau dans un sol à pores larges.

L'eau qui s'infiltre dans le sol pénètre dans la profondeur avec une rapidité variable. Si le terrain a des pores larges, s'il

est constitué par des cailloux, par du gravier à gros grains sans interposition abondante de matières à grains plus fins, elle arrive immédiatement dans les couches profondes.

Lorsque le terrain a des pores étroits, l'eau est retenue dans ces pores occupés antérieurement par de l'air et elle les remplit. Admettons, par exemple, que le sol soit sec jusqu'à une profondeur de 0.25 m. et que le volume libre des pores soit non pas de 38 % mais seulement de 20 %; un mètre carré de surface pourra toujours, dans ces conditions, absorber 50 litres d'eau sans qu'une goutte ne pénètre au delà de la zone de terrain sec (50 litres représentent 1/12 de la quantité d'eau de pluie qui tombe annuellement par mètre carré de surface, dans l'Allemagne centrale). Il est à remarquer que, dans cet exemple, nous supposons que toute l'eau de pluie s'infiltre dans le sol et qu'aucune partie ne s'écoule ou ne s'évapore. Dans un sol à pores étroits.

Les couches supérieures du sol rendent par évaporation à l'air atmosphérique, proportionnellement à son déficit de saturation, l'eau dont elles se sont imprégnées. La zone aux dépens de laquelle se produit cette évaporation a été appelée par *Hofmann* « zone d'évaporation. » Zone d'évaporation.

S'il survient de la pluie alors que les pores des couches supérieures sont déjà remplis d'humidité, une nouvelle quantité d'eau pénètre dans ces couches et, suivant qu'elle est plus ou moins abondante, elle enfonce plus ou moins profondément celle qui s'y trouvait déjà contenue. Par suite, les grands interstices des couches sous-jacentes se remplissent d'abord d'eau, mais celle-ci n'y séjourne que transitoirement : ces couches la laissent bientôt s'écouler dans la profondeur, n'en retenant elles-mêmes qu'une certaine quantité en rapport avec leur « capacité hydrologique » (Wassercapacität). Elles reviennent ainsi, au point de vue de leur contenu en eau, à leur état d'équilibre antérieur. La zone du sol au sein de laquelle se passent ces phénomènes est désignée sous le nom de « zone de transition » (Durchgangszone). Zone de transition.

b) **Eau souterraine.**

Lorsque l'eau, en pénétrant dans la profondeur du sol, rencontre une couche imperméable, par exemple de l'argile,

240950

elle s'arrête et remplit tous les espaces vides situés au-dessus de cette couche. Elle constitue alors l'eau souterraine (Grundwasser). La zone du sol dans laquelle elle se trouve est appelée zone de l'eau souterraine.

Zone de la nappe de capillarité. Au-dessus de la couche de l'eau souterraine proprement dite, il existe une zone dans laquelle cette eau monte par capillarité et remplit tous les interstices capillaires ainsi qu'une partie des interstices un peu plus larges : on l'appelle la « zone de la nappe de capillarité »; la hauteur à laquelle elle s'élève varie suivant la largeur des capillaires eux-mêmes.

Influence des saisons. Lorsque, comme dans beaucoup de régions du nord et du centre de l'Allemagne, les pluies se répartissent assez également sur les différents mois de l'année, — avec une faible augmentation pendant l'été, — lorsque le déficit de saturation de l'air est élevé, comme cela arrive presque toujours pendant les mois d'été, lorsqu'enfin le sol n'a pas des pores larges, il se produit à peine, pendant les saisons chaudes, un nouvel afflux d'eau dans la nappe souterraine, à moins que le niveau de celle-ci ne soit très élevé : ce fait provient de ce qu'une grande quantité d'eau s'échappe de la zone d'évaporation pour rentrer dans l'air.

Par contre, les précipitations aqueuses de l'automne, les fontes de neige et les pluies du printemps exercent une influence considérable sur l'eau souterraine. Dans les régions où l'eau est peu abondante, on sait très bien que le rendement des sources, le niveau des puits dépendent principalement de l'humidité des saisons froides et de la lenteur des fontes des neiges.

Lorsque la zone d'évaporation s'est débarrassée de l'eau de précipitation, si le déficit de saturation de l'air reste élevé, la zone de transition lui cède une quantité d'eau d'autant plus considérable qu'elle s'étend plus profondément.

Mais l'évaporation ne fait pas sentir son influence plus profondément : ainsi, elle n'entraîne pas le passage de l'eau de la nappe souterraine dans la zone de transition. Quant à la zone d'humectation capillaire, elle s'élève avec le niveau de la nappe souterraine.

Lenteur du passage dans l'eau souterraine Le temps qui se passe avant que l'eau de précipitation n'arrive à la nappe souterraine dépend de la dimension des

pores. Lorsque le sol a des pores larges, l'eau de pluie pénètre très rapidement à travers les canaux préformés. Les couches à pores étroits situées entre les larges voies d'écoulement retiennent l'humidité ; elles ne l'abandonnent que par évaporation, et l'eau qu'elles perdent de cette façon est remplacée lors de la première pluie qui survient.

Mais lorsque le sol a des pores étroits et qu'en même temps il n'est pas parcouru par des crevasses et des fissures, il peut se passer des années avant que l'eau de la surface du sol n'arrive à la nappe souterraine.

Supposons, par exemple, que la quantité d'eau qui tombe en une année soit de 600 millim. et que la moitié se perde par écoulement et par évaporation ; admettons, d'autre part, que la nappe souterraine soit située à une profondeur de 6 mètres et que le volume disponible des pores soit de 20 %. Dans ces conditions, la quantité d'eau tombée pendant l'année — 300 litres par mètre carré — pénètre à 1.5 m. de profondeur ; l'année suivante elle s'enfoncera encore de 1.5 m. et ce n'est qu'au bout de quatre ans qu'elle atteindra la nappe souterraine.

Le niveau de la nappe souterraine se détermine à l'aide de tiges ou de cordons gradués, à l'aide d'appareils à coupes ou de flotteurs munis d'un index que l'on descend dans des trous de mine ou dans des puits appropriés à ce genre de recherches. **Détermination du niveau.**

La hauteur de ce niveau dépend de l'afflux et de l'écoulement d'eau. L'afflux peut être vertical ou latéral. Nous venons de parler de l'afflux vertical. L'afflux latéral se manifeste lorsque des précipitations aqueuses ayant déterminé, à une certaine distance de l'endroit examiné, une modification du niveau de l'eau souterraine, celle-ci obéissant aux lois de la pesanteur s'écoule dans la nappe souterraine du voisinage. **Afflux latéral.**

Dans certains points, ce sont les afflux latéraux qui se produisent, dans d'autres ce sont les afflux verticaux, dans d'autres encore les deux à la fois.

L'écoulement dépend de la nature et de la disposition des terrains. Lorsqu'il est entravé ou lorsqu'il manque totalement, il se produira, lors d'un nouvel afflux, une élévation du niveau de la nappe souterraine. S'il se fait librement, cette élévation **Ecoulement**

ne se produira pas nécessairement malgré un accroissement dans l'afflux.

La rapidité de progression de l'eau souterraine varie de 0 à 20 mètres et plus en 24 heures.

Indication du degré d'humidité du sol.

On a prétendu que la hauteur du niveau de la nappe souterraine pouvait renseigner sur le degré d'humidité des couches supérieures du sol. Cette opinion n'est que partiellement exacte. Elle est toujours inexacte lorsque, comme il arrive fréquemment et comme il est de règle dans les villes bien tenues, ce sont les afflux latéraux qui déterminent le niveau de l'eau souterraine, ou bien lorsque l'écoulement peut s'effectuer librement dès que le niveau atteint une certaine hauteur. D'un autre côté, elle est exacte lorsque le sol ayant des pores larges l'eau de pluie pénètre rapidement dans la profondeur. Mais, dans ce cas, on n'a pas besoin de chercher des indications ailleurs. Elle est enfin exacte pour la zone de la nappe de capillarité qui, comme nous l'avons vu, s'élève ou s'abaisse avec la nappe souterraine.

Lorsque le sol a des pores étroits et lorsque c'est l'afflux vertical qui détermine le niveau de l'eau souterraine, l'abaissement ou l'état stationnaire de ce niveau indique qu'il n'arrive plus d'eau des couches supérieures, qu'il y a donc eu en haut, dans la zone d'évaporation, une période de sécheresse. Cependant, même dans ces conditions, la zone d'évaporation peut encore être trouvée parfaitement humide si les précipitations aqueuses qui se produisent de temps en temps ne lui apportent chaque fois qu'une quantité d'eau insuffisante pour remplir ses pores. Dans ce cas, en effet, la zone de transition et la nappe d'eau souterraine ne reçoivent aucun afflux.

Le degré d'humidité des couches superficielles du sol reconnaît comme causes déterminantes la constitution et la configuration du sol, les précipitations aqueuses et le déficit de saturation.

Détermination de l'humidité des couches supérieures

Ce n'est que dans certains cas que le niveau de l'eau souterraine peut renseigner sur la quantité d'eau contenue dans les couches supérieures. Seul l'examen direct fournit des indications sérieuses sur l'état d'humidité de ces dernières. Dans les grandes villes bien tenues, partout où la zone

d'humectation capillaire n'intervient pas, ce degré d'humidité n'est soumis qu'à de faibles variations.

L'air contenu dans la zone de transition est constamment saturé d'humidité. Par contre, celui qui se trouve dans la zone d'évaporation ne l'est pas toujours.

C. Air du sol.

Le sol étant destiné à supporter les habitations présente à ce titre une grande importance. Son humidité et ses gaz peuvent pénétrer dans les maisons, ce qui n'est pas le cas pour les microorganismes qu'il renferme.

Lorsque, en hiver, le sol est gelé et l'air extérieur froid, les habitations dont l'intérieur est chauffé agissent à la façon d'aspirateurs sur l'air du sol, à moins qu'il n'existe une communication entre les espaces situés en dessous du rez-de-chaussée et l'air extérieur. En effet, si les fenêtres des caves sont ouvertes, c'est l'air extérieur facilement diffusible qui est absorbé et non pas l'air du sol renfermé dans des pores étroits dont il ne s'échappe que difficilement. Pénétration dans les habitations

En été, la diffusion, les variations de pression de l'atmosphère et le vent agissent sur l'air du sol. Il ne s'en échappe alors qu'en faible quantité.

Les gaz contenus dans l'air du sol qui pourraient exercer une influence nocive sont l'hydrogène sulfuré, et l'acide carbonique. Le premier, à part des cas exceptionnels, ne se rencontre pas en quantité considérable dans le sol. Quant à l'acide carbonique, il constitue un gaz relativement inoffensif pouvant entrer jusqu'à 1,0 % dans l'air inspiré sans produire aucun trouble. Gaz nuisibles.

Une proportion de plus de 0,5 % d'acide carbonique pourrait se rencontrer tout au plus dans l'air d'une cave ; à plus forte raison ne pourrait-elle exister dans les pièces élevées d'une maison.

Des inconvénients sont à craindre là où, à la suite du placement des tuyaux, du gaz d'éclairage vient à se mélanger à l'air du sol. Ce gaz a bien une odeur caractéristique qui donne l'éveil, mais malheureusement il la perd quand il traverse de grandes épaisseurs de terrains. L'oxyde de carbone

qu'il contient a maintes fois déterminé des empoisonnements dans les caves et dans les rez-de-chaussée des habitations. La constatation de ce gaz constitue un indice de la présence de gaz d'éclairage devenu inodore.

IV. Des bactéries pathogènes du sol et des " maladies telluriques „.

Conditions de vie.

Outre les bactéries saprophytes, on peut rencontrer dans le sol des bactéries pathogènes. Les conditions de la multiplication et de la vitalité sont les mêmes pour les deux catégories de microorganismes : comme les saprophytes, les parasites ont besoin d'une certaine humidité et de chaleur ; ils ne se rencontrent pas dans les couches profondes du sol. *Fränkel* a démontré que les microbes du choléra, du typhus et du charbon se multiplient encore dans le sol à une profondeur de 2 à 3 mètres ; mais dans ces expériences, les conditions les plus favorables possibles étaient réunies : les bactéries étaient disséminées dans de la gélatine nutritive contenue dans des tubes à réaction et elles étaient protégées contre le mélange d'autres microbes. Abandonnés librement dans le sol, au bout de peu de temps les germes de maladies seraient certainement étouffés dans leur croissance par les saprophytes.

Transport.

Le transport par l'eau constitue la seule voie possible pour le passage des microorganismes des couches superficielles du sol dans la profondeur. Dans un sol à pores étroits, ce transport est de très peu d'importance et s'opère très lentement, ainsi que nous l'avons montré page 101. Lorsque le sol a des pores larges, les bactéries peuvent, il est vrai, atteindre rapidement les couches profondes, mais en raison des conditions défavorables qui se présentent dans ces dernières, elles y meurent rapidement.

Les bactéries ne se disséminent pas d'une manière notable par le fait de leur multiplication.

Porosité et humidité.

On admet qu'un sol poreux, moyennement humide et fortement souillé, est favorable au développement des germes pathogènes. Les bacilles du typhus et du choléra, par exemple, se développent mieux en présence de l'oxygène qu'en l'absence

de ce gaz; ils ont, en outre, besoin d'humidité, mais on n'a pas recherché quel est, sous ce rapport, le minimum ou le maximum qui leur convient : le terme « humidité moyenne » représente donc une notion qui manque absolument de précision.

L'existence ou l'absence de souillure du sol ne paraît pas avoir une importance essentielle. Une parcelle de matière végétale en décomposition, la plus petite particule de substance animale contiennent déjà suffisamment d'éléments nutritifs pour des millions de bactéries pathogènes. D'autre part, plus le sol est souillé, plus on y rencontre de saprophytes et plus les parasites seront facilement étouffés. Mais il y a une autre considération dont il faut tenir compte : lorsqu'un sol est fortement souillé, c'est-à-dire lorsqu'il reçoit beaucoup de résidus provenant des habitations, on doit craindre que des germes morbifiques ne soient amenés avec ces immondices. Aussi il n'est pas rare que l'on puisse conclure de l'existence de la souillure du sol à la possibilité d'infection. Souillure.

Quelques maladies présentent une relation étroite avec le sol. Nous devons citer en première ligne la malaria.

a) Malaria.

L'humidité et la chaleur sont indispensables pour le développement des germes de cette maladie. D'après *Hirsch*, la malaria ne s'observe pas dans les localités où la température moyenne de l'été est inférieure à 15°; sa fréquence augmente avec l'élévation de la température. Une grande humidité et une grande sécheresse ne sont pas favorables à son développement. C'est une erreur de croire que pour être le dépositaire des germes de la malaria, le sol doive être précisément marécageux. Ainsi quand on vient à pratiquer des terrassements dans le sol rocheux rouge, mouvant et humide de Hongkong, on voit, actuellement encore, éclater la fièvre intermittente parmi les ouvriers occupés aux travaux et parmi les habitants des maisons environnantes. Cependant on ne peut nier que la maladie affecte une prédilection pour les contrées marécageuses, malgré qu'on rencontre de vastes étendues de terrains marécageux, même sous les tropiques, où on ne l'observe absolument pas.

La malaria est produite par des protozoaires. Là où ceux-ci existent, on constate la maladie, là où ils n'existent pas, on ne la rencontre pas, les conditions favorables de chaleur et d'humidité ainsi que la présence de substances putrescibles fussent-elles réunies. Pour admettre la liaison de la malaria au sol, on s'appuie d'une part sur l'apparition de cette affection lors des remuements de terres et, d'autre part, sur sa disparition lorsque le sol qui était à sec vient à être plongé sous l'eau ou à être recouvert de terres exemptes de germes malariques.

b) Œdème malin.

Une autre maladie essentiellement tellurique est l'œdème malin. On rencontre dans le sol, notamment dans les terrains fumés, et dans le fumier provenant de certains animaux, des bacilles anaérobies, sporulés, plus petits et plus grêles que ceux du charbon et possédant des propriétés pathogènes. Si on injecte de la terre sous la peau d'un animal, il se produit au point d'inoculation un œdème séro-sanguinolent en même temps qu'une pullulation abondante de ces bacilles : la mort s'ensuit au bout de 2 à 6 jours. Chez l'homme, cette maladie se présente rarement; il semble qu'une partie des affections désignées sous le nom d' « emphysème gangreneux » doive être attribuée au bacille de l'œdème malin.

c) Tétanos et Trismus.

Depuis longtemps déjà, on avait remarqué que le tétanos a son point de départ principalement dans des plaies malpropres. Des données précises sur l'étiologie de cette affection nous ont été fournies par *Nicolaïer*. En inoculant à des souris de la terre de jardin dans le but de déterminer un œdème malin, il constata qu'un certain nombre des animaux succombaient, non pas à cette dernière maladie, mais à un tétanos typique. Le germe qu'il rencontrait dans ces cas était un bacille anaérobie assez grêle et donnant naissance à des spores. Depuis cette découverte, le microbe du tétanos a été maintes fois trouvé dans des plaies chez l'homme et chez les animaux ainsi que dans la terre, dans des décombres, dans du fumier de cheval, etc. On peut conclure des faits observés que ce

bacille a son siége habituel dans les couches les plus superficielles du sol cultivé et que de là il passe, par suite de circonstances appropriées, dans le corps de l'homme et des animaux et y détermine la maladie. Ces bacilles ne sont, du reste, pas répartis partout d'une manière égale. Ainsi tandis qu'à Bombay, en 5 années, 1955 personnes succombèrent au tétanos traumatique, à Bellary, sur 8122 malades, on n'a observé que 5 cas de tétanos.

Parmi d'autres maladies que l'on a rattachées au sol, comme le goître, le crétinisme, la dysentérie, la tuberculose, le choléra, le typhus, les deux dernières présentent un intérêt spécial au point de vue de leur origine tellurique.

d) Choléra et Typhus.

L'étude des épidémies nous apprend que ces deux maladies épargnent d'une manière frappante certaines localités, tandis qu'elles manifestent une prédilection pour certaines autres. La constatation de ces faits a conduit à admettre que des conditions locales devaient exercer une influence considérable sur la genèse de ces affections. Ainsi les terrains non perméables seraient défavorables à leur développement, tandis qu'un sol humide, meuble, souillé lui serait propice.

L'infection directe a été niée et on a émis l'hypothèse suivante : les germes morbifiques éliminés par l'homme ne seraient pas immédiatement infectieux; pour pouvoir donner naissance à la maladie, ils devraient d'abord passer par le sol où il se produirait une sorte de maturation (hypothèse monoblastique). En même temps, on émettait encore une autre opinion : le germe provenant de l'homme ne serait pas infectieux par lui-même, ne serait pas « contagieux »; pour qu'il pût engendrer la maladie, il faudrait une disposition individuelle déterminée en règle générale par un autre champignon provenant d'un sol miasmatique (Siechhaft) « infection miasmatique » (hypothèse diblastique).

Hypothèse monoblastique.

Hypothèse diblastique.

Ces deux théories ne sont plus soutenables depuis qu'on a découvert des bactéries pathogènes spécifiques et depuis qu'on a démontré que, dans les limites où la maladie qu'ils déterminent est transmissible aux animaux, les divers germes morbifiques

Faiblesse de ces théories.

produisent chez ceux-ci l'infection directement, c'est-à-dire sans avoir passé au préalable par le sol. Cela n'exclut pas cependant la possibilité pour certains germes d'acquérir une virulence ou une vitalité spéciale en séjournant pendant quelque temps dans le sol à l'état de saprophyte.

En ce qui concerne le choléra, deux exemples ont démontré la possibilité d'une infection directe chez l'homme. Dans un hôpital aux Indes, à la suite d'une circonstance malheureuse, des déjections de cholériques avaient été introduites dans un récipient contenant de l'eau de boisson. Trois jours après, quantité de personnes, parmi celles qui avaient bu de cette eau, étaient atteintes du choléra. Durant l'hiver 1885-86, lorsque les médecins hygiénistes allemands se familiarisaient avec les recherches sur le choléra à l'Institut d'hygiène de Berlin et manipulaient des cultures pures du bacille-virgule, un des élèves contracta la maladie : la nature de l'affection fut bien établie tant par les symptômes morbides que par la constatation des germes dans les selles. Or, à cette époque, il n'existait pas un cas de choléra dans toute l'Allemagne, le sol était recouvert d'un pied de neige, les salles de travail étaient situées au premier étage de l'établissement (*).

Disposition de lieu. D'un autre côté, il n'est pas douteux que les couches supérieures du sol constituent un des milieux à la surface et à l'intérieur duquel les germes du choléra et du typhus peuvent se conserver et se multiplier pendant un certain temps. On comprend, en outre, que tel genre de terrain convient mieux que tel autre aux microorganismes ; un roc dur, froid, un sol argileux, peu poreux, ne sont pas aussi favorables à leur développement qu'un terrain humeux, meuble. Ce dernier est mieux « disposé » que les premiers. Les villes et les localités propres, bien tenues, n'auront pas autant à souffrir des maladies contagieuses que celles qui sont sales : les premières sont moins « disposées. »

Disposition de temps. L'épidémiologie a encore montré que certaines localités sont épargnées lors d'une épidémie, tandis qu'elles sont frappées lors de l'épidémie suivante. Pour expliquer ce fait, qui

(*) On peut rapprocher de ces faits le résultat des ingestions de cultures du bacille du choléra, entreprises dans un but expérimental par certains auteurs, notamment par *Pettenkofer* et *Emmerich* en 1892 (N. des T.).

ne concorde pas entièrement avec la notion simple de la disposition locale, on a dit qu'à cette dernière devait s'ajouter une disposition de temps et que c'était seulement lorsque les deux étaient réunies que la propagation de l'épidémie devenait possible.

Si l'on veut désigner par le terme « disposition de temps » l'existence des conditions favorables, c'est-à-dire une chaleur et une humidité convenables, des relations nombreuses entre les habitants, etc., rien ne s'oppose à l'emploi de cette expression. Le développement des germes pathogènes et l'implantation d'une maladie infectieuse dans un endroit, exigent toujours, en effet, des conditions extérieures favorables non seulement dans le sol mais encore en dehors du sol.

On a attribué à l'humidité du sol une influence spéciale sur l'éclosion du choléra et du typhus. On a soutenu que quand le niveau de la nappe souterraine s'abaisse, c'est-à-dire quand l'humidité diminue, la courbe de la mortalité s'élève, tandis qu'on la voit descendre lors d'une élévation de ce niveau. A Munich, cette relation a été démontrée, en ce qui concerne le typhus, par une observation portant sur un grand nombre d'années. La même constatation a, du reste, été faite dans une foule d'autres villes. A Munich, la nappe souterraine s'abaisse pendant les mois d'hiver et la plus grande hauteur de la courbe du typhus s'observe pendant la saison froide. Une pareille coïncidence fait défaut cependant dans d'autres endroits, par exemple, en ce qui concerne le choléra, dans les villes de l'Inde. **Humidité du sol.**

Il n'est pas douteux que l'humidité du sol joue un rôle important. Cependant son influence sur les épidémies se manifeste différemment, suivant les conditions locales. Tandis qu'à Calcutta, ville située dans une région basse et humide, les grandes pluies, en entraînant les germes de l'affection ou en diluant leur milieu de culture, amènent une atténuation du choléra, à Lahore elles ont un résultat précisément inverse : pendant les temps chauds, les bacilles du choléra importés ne trouvent pas l'humidité qui leur est nécessaire ; celle-ci leur est fournie seulement lorsque survient la pluie.

Pour que le sol puisse déterminer ou favoriser le développement de l'infection, il faut que les bactéries s'en **Sortie des bactéries du sol.**

échappent et pénètrent dans l'organisme de l'homme. Cette transmission peut s'effectuer par transport direct soit au moyen des aliments, soit au moyen de parcelles du sol qui viennent à être introduites de l'une ou de l'autre façon dans l'estomac et dans l'intestin. Le vent peut également emporter des particules des couches les plus superficielles du sol ainsi que des bactéries, pourvu que ces éléments soient à l'état de poussière sèche. Mais l'air du sol qui s'élève dans l'atmosphère n'emporte pas des microorganismes; l'eau souterraine qui viendrait à monter dans les terrains n'en entraîne pas davantage, du moins pas d'une manière qui mérite d'être signalée.

Parmi les saisons c'est l'hiver, parmi les localités ce sont les grandes villes dont le terrain est ferme et bien protégé à sa surface, qui réunissent les conditions les plus défavorables à la sortie des bactéries du sol. Quand on veut établir qu'il existe une relation entre l'élévation de la mortalité en hiver observée dans un certain nombre de villes et l'infection par les bacilles typhiques du sol, on doit démontrer comment il se fait qu'au milieu des circonstances les plus désavantageuses, ces bacilles parviennent, à travers la neige et la glace, jusqu'à l'homme.

V. Des mesures préventives contre l'action nocive du sol.

Action nocive : par les matières en putréfaction,

Le sol peut exercer une action nocive par les matières en putréfaction qui viennent à y être déposées. Les produits de décomposition dégagent de mauvaises odeurs et nous empêchent ainsi de jouir du grand air; ils peuvent pénétrer à travers le sol dans les puits et rendre l'eau inappétissante et même inutilisable. En outre, l'aspect et l'odeur des substances en putréfaction émoussent le sentiment de la propreté.

par l'humidité,

Une autre cause de nocivité du sol consiste dans une trop grande humidité; d'un côté cette humidité peut s'élever dans les maisons et les rendre insalubres; d'un autre côté elle permet aux germes pathogènes amenés dans le sol de s'y multiplier, ou tout au moins de conserver leur vitalité.

Enfin, le sol exerce une action nocive par les germes pathogènes qu'il peut contenir : ces germes donnent naissance aux maladies telluriques que nous avons indiquées. par les germes morbifiques

La nature des mesures prophylactiques découle de ces causes de nocivité. Mesures prophylactiques :

La décomposition des substances putrescibles dans le sol ne saurait être empêchée. Elle est favorisée et ainsi plus rapidement accomplie et en même temps elle donne naissance à des produits moins nuisibles, par suite de la prédominance des phénomènes d'oxydation, lorsqu'elle s'effectue en présence d'une certaine humidité et d'une grande quantité d'air : ces deux conditions sont réalisées par le labourage. contre les processus de décomposition,

Il faut éviter autant possible, de déposer des substances putrescibles dans le voisinage des endroits où l'homme doit séjourner, ou bien, si l'on ne peut faire autrement, on aura soin de les enfouir aussi rapidement que possible. Ainsi que nous l'avons déjà dit, les puits ne peuvent pas être établis à proximité des endroits où sont déversées des ordures ; de plus ils doivent toujours dépasser en profondeur la couche du sol qui contient des bactéries et ils doivent être imperméables jusqu'à leur partie la plus inférieure.

La préparation que le sol doit subir avant qu'on y bâtisse des maisons sera indiquée dans un autre chapitre. contre l'humidité,

Les meilleurs moyens de se préserver des maladies telluriques paraissent être l'entretien de la propreté du sol et l'éloignement rapide des immondices du voisinage de l'homme. Là où les matières des déjections sont indispensables, par exemple, pour la culture maraîchère et pour des usages analogues, on aura soin de les mélanger avec d'autres substances et de faire ce qu'on appelle en agriculture des compost. contre les maladies telluriques.

Dans les villes et les agglomérations en général, c'est le pavage aussi bien joint que possible des maisons, des rues et des cours, qui constitue la meilleure garantie, d'une part contre l'introduction dans le sol des germes infectieux et d'autre part contre la dissémination au dehors de ceux qui s'y trouveraient contenus.

Une bonne canalisation maintient le sol sec et propre ; un bon approvisionnement d'eau met à l'abri de la transmission éventuelle par l'intermédiaire de l'eau (puits), d'une infection provenant du sol.

La malaria réclame des mesures prophylactiques dont nous parlerons spécialement plus loin (voir : maladies infectieuses).

Pour prévenir le développement du tétanos, on devra nettoyer soigneusement et désinfecter la plaie la plus insignifiante qui aura été en contact avec de la terre ou avec des souillures quelconques.

De l'alimentation et des aliments.

I. De l'alimentation.

A. Généralités.

La nourriture que nous ingérons doit fournir les matériaux nécessaires :

1) Pour l'entretien de notre corps,

2) Pour son développement,

3) Pour produire de la chaleur et pour fournir du travail.

La nourriture est composée d'aliments; ceux-ci renferment les principes alimentaires, à savoir l'albumine, la graisse, les hydrocarbures, les sels et l'eau. Le besoin de nourriture se manifeste par la sensation de la faim; ce besoin peut être retardé pendant quelque temps par l'ingestion de substances inertes, mais plus tard les substances réellement nutritives parviennent seules à le satisfaire. Les matériaux nutritifs ne peuvent aller se mêler aux sucs nourriciers du corps que pour autant qu'ils soient à l'état liquide. Ces sucs les transportent dans l'intimité des tissus où ils sont utilisés pour la formation des cellules et le remplacement de leurs parties constitutives, et où aussi ils laissent se dégager sous forme de chaleur et de travail, les forces de tension qu'ils tiennent emmagasinées. Comme on peut établir un rapport d'équivalence entre la chaleur et le travail — 1 calorie équivaut au travail nécessaire

Sensation de la faim.

pour soulever d'un mètre un poids de 425 kilog. (1 calorie = 425 kilogrammètres) — il nous est possible de nous représenter l'action des aliments par leur pouvoir calorifique. Plus une substance alimentaire fournit de calorique, plus grande est son action physiologique; il faut toutefois faire ici la défalcation de la somme de chaleur qui reste inhérente aux parties excrétées et non complètement consommées, telles que l'urée par exemple. Un gramme d'albumine produit 4,1 grandes calories (c'est-à-dire fournit assez de chaleur pour élever d'un degré la température de 4,1 kilog. d'eau), un gr. de graisse en produit 9,3, un gr. d'hydrocarbure 4,1. A ce point de vue, les différentes substances alimentaires peuvent se remplacer mutuellement : elles sont isodynames (*Rubner*).

Effet calorifique.

Substances isodynames

Dans toute machine une fraction seulement du calorique de combustion des matériaux brûlés apparaît extérieurement sous forme de travail ou d'énergie mécanique ; chez l'homme, cette fraction s'élève à environ 25 % au maximum. Pour un travail donné, la somme de chaleur véritablement fournie est donc quadruple de l'équivalent en calorique correspondant à ce travail.

B. Principes alimentaires en particulier.

a) L'albumine.

L'albumine tient le premier rang parmi les diverses substances alimentaires. La constitution de sa molécule n'est pas encore connue ; sa composition centésimale est la suivante : C = 50 — 55 % ; H = 6,8 — 7,3 %; Az = 15,5 — 18,3 % ; O = 23 — 24 % ; S = 0,4 — 5,0 %. Parmi les composés albumineux se rangent les corps albumineux proprement dits, l'albumine du sérum, l'albumine des muscles, l'albumine végétale, la caséine des végétaux, la substance fibrinoplastique et fibrinogène, l'acidalbumine, les albuminoses ou propeptones, protéides, peptone, etc. L'absence du groupement aromatique sépare le gluten et la gélatine des corps albumineux proprement dits.

Corps albumineux proprement dits.

Gélatine.

Pendant l'acte de la digestion, les corps albumineux qui ne sont pas eux-mêmes solubles, paraissent se transformer en

Résorption.

peptones solubles; celles-ci disparaissent déjà pendant leur passage à travers la paroi intestinale, et on n'en retrouve plus de traces dans le sang; peut-être se transforment-elles rapidement en une autre espèce d'albumine. Dans certaines circonstances, l'albumine peut également se transformer en graisse dans l'économie.

b) La graisse.

La graisse d'origine animale est constituée par un mélange de triglycérides d'acides gras, à savoir : la tripalmitine, la tristéarine et la trioléine ; elle renferme en moyenne 76,5 % de carbone, 12,0 % d'hydrogène et 11,5 % d'oxygène. Les graisses d'origine végétale ou les huiles sont formées en grande partie d'acides gras libres. Le passage de la graisse dans les sucs nourriciers n'a lieu qu'après qu'elle a été émulsionnée ou saponifiée (combinaison avec un alcali). Les acides gras libres peuvent être absorbés directement; ils paraissent ensuite se transformer à nouveau dans l'organisme en corps gras neutres. Quant à savoir si la glycérine, qui devient libre par la décomposition des graisses neutres, possède une réelle valeur nutritive, la question n'est pas encore élucidée. De grandes doses de glycérine agissent à titre de poisons.

Graisses animales et végétales.

Résorption.

c) Les hydrocarbures.

On distingue parmi les substances hydrocarbonées :

Espèces.

a) Les sucres simples (glucoses) $C^6 H^{12} O^6$: 1), le sucre de raisins (dextrose), 2) le sucre de fruits, 3) la galactose, 4) la sorbinose, 5) la mannose.

b) Les sucres composés (saccharose) $C^{12} H^{22} O^{11} = 2 C^6 H^{12} O^6 - H^2O$: 1) le sucre de canne (saccharose), 2) le sucre de lait (lactose), 3) le sucre de malt (maltose).

c) Les hydrocarbures au sens restreint du mot et les différentes espèces de gommes n ($C^6 H^{12} O^6 - (n - 1) H2O$: 1) l'amidon, 2) les diverses espèces de cellulose, 3) l'inuline, 4) le glycogène, 5) la dextrine, 6) les diverses gommes.

Quelques-unes de ces substances hydrocarbonées, telles que la maltose, la dextrose, le sucre de lait, sont absorbées

Résorption.

comme telles; les autres doivent, au préalable, être transformées en dextrose et en maltose, et il est assez probable que le sucre de canne subit également cette transformation. Le sucre, une fois arrivé dans le sang, est en partie emmagasiné dans le foie sous forme de glycogène, et en partie brûlé dans les autres organes en donnant naissance à de l'acide carbonique et à de l'eau.

d) Les sels.

Les sels qui sont introduits par l'alimentation sont constitués par des combinaisons du fer, du calcium, du magnésium, du potassium et du sodium, avec les acides phosphorique, carbonique, sulfurique et chlorhydrique. Les aliments en renferment suffisamment par eux-mêmes pour qu'il soit inutile d'en faire une consommation spéciale. Les sels sont employés à la formation des cellules de l'organisme et des sucs nourriciers.

e) L'eau.

L'eau entrant pour plus de 60 % dans la composition du corps, et pour environ 78 % dans celle du sang, on comprend qu'elle soit indispensable dans notre alimentation. Une partie de l'eau nécessaire est ingérée sous forme de boissons, une autre partie, qui ne laisse pas que d'être assez considérable, pénètre avec les aliments, une troisième enfin — au delà de 300 gr. journellement chez l'adulte — provient des décompositions qui se font dans l'intérieur même de l'organisme.

C. Action des substances alimentaires.

Eléments constitutifs des organes. L'eau, les sels, une partie de l'albumine et de la graisse forment les matériaux de structure du corps; c'est à leurs dépens que celui-ci se développe et répare les pertes qu'il subit intérieurement.

Matériaux de combustion. Une autre partie très considérable de l'albumine, la majeure partie de la graisse ingérée, et les substances hydrocarbonées fournissent les matériaux de combustion qui donnent naissance, suivant les circonstances et les besoins, à la chaleur et au travail.

Ces trois substances combustibles peuvent se remplacer mutuellement d'après leur valeur isodynamique (100 graisse : 211 albumine : 240 hydrocarbures).

Les principes alimentaires du premier groupe (eau, sels, albumine, graisse) ne sont pas susceptibles de se suppléer l'un l'autre à l'intérieur de notre organisme, ce qui fait qu'ils ne peuvent jamais faire défaut dans notre alimentation. Comme la graisse peut se former aux dépens de l'albumine, on devrait pourtant admettre que l'homme peut continuer à vivre et à se développer lorsqu'il se nourrit exclusivement de sels, d'eau et d'albumine; il ne paraît pas qu'il puisse en être ainsi, et cela, peut-être parce que la plupart des sujets ne sont pas en état de digérer ou d'incorporer autant de viande qu'il en faudrait à cet effet. Les animaux carnivores, tels que le chien par exemple, n'ont pas besoin de graisse dans leur nourriture.

Albumine des organes et albumine circulante.

On donne le nom d'« albumine des organes » à l'albumine qui pénètre dans les cellules et en devient une partie intégrante, tandis que celle qui reste disponible pour la formation des tissus, tout en étant susceptible d'être brûlée en cas de besoin, s'appelle « albumine circulante. »

Lorsque nous ingérons beaucoup d'albumine, nous en détruisons également beaucoup dans notre organisme. Le contenu en azote de l'urine est égal au contenu en azote de la nourriture absorbée; en d'autres termes, le corps se maintient en « équilibre d'azote. »

La quantité minima d'albumine nécessaire à la conservation de l'organisme est celle qui correspond au chiffre d'azote éliminé par le corps avec une ration strictement suffisante pour empêcher la faim. Le corps fixe l'albumine lorsque celle-ci lui est fournie en surplus conjointement avec la graisse ou avec les hydrocarbures.

Peptone. Gélatine.

La question de savoir si la peptone concourt à la constitution des cellules n'est pas encore résolue. En ce qui concerne la gélatine, il est bien établi qu'elle ne peut remplacer l'albumine en tant qu'élément constitutif des tissus; par contre elle peut être utilisée en son lieu et place pour la production de la chaleur et de la force; à ce titre elle joue, vis-à-vis de l'albumine, le rôle de substance d'épargne.

Graisse. La graisse qui est résorbée peut se déposer dans les organes pour autant qu'elle n'est pas employée à produire de la force et du travail. Elle s'accumule alors dans le tissu conjonctif intramusculaire, sous la peau et dans le péritoine formant des réserves qui pourront être utilisées en cas de besoin, comme par exemple en cas d'apport limité, ou en temps de maladie, ou encore en cas de travail pénible avec une nourriture insuffisante. Les personnes qui s'adonnent à de durs travaux mangent en général de grandes quantités de graisse.

Hydrocarbonés. Les hydrocarbonés peuvent remplacer les corps gras dans l'alimentation. Ils ont pour effet de restreindre la destruction de l'albumine mieux que ne le fait la graisse, et en même temps, lorsqu'ils sont ingérés conjointement avec cette dernière et l'albumine, ils donnent lieu dans une large mesure à la production de dépôts adipeux ; en cas d'apport considérable, ils peuvent être transformés en graisse; enfin leur combustion, qui s'opère déjà très peu de temps après qu'on les a ingérées, fournit la plus grande partie de la chaleur et du travail.

Privation de nourriture. — L'homme privé de nourriture ne meurt pas brusquement comme lorsque l'oxygène vient à lui manquer; il peut, au contraire, continuer à vivre pendant quarante jours et même davantage du moment qu'il garde le repos et reçoit de l'eau à boire à volonté.

Utilisation de la graisse pendant l'inanition. Pendant ce temps, il consume ses propres tissus pour pouvoir produire la force et la chaleur dont il a besoin. La graisse est le tissu qui subit les pertes les plus marquées ; en cas de mort par inanition, il s'en détruit au delà de 90 % ; viennent ensuite les tissus glandulaire et musculaire qui diminuent de près de moitié, puis les os qui perdent environ 10 % de leur poids; par contre, les pertes subies par le système nerveux, pourtant très riche en graisse, ne dépassent pas 2 à 3 %. La mort survient lorsque le poids du corps est réduit environ de moitié.

Utilisation de l'albumine. Pendant que l'albumine circulante est brûlée, le contenu en azote de l'urine baisse d'une façon notable. Dès qu'elle est entièrement consommée, la graisse seule sert à fournir la chaleur et le travail ; il ne s'élimine plus alors en fait d'azote que la quantité de ce corps qui correspond à la quantité

d'albumine organique contenue dans les cellules qui s'usent. Pendant cette période, l'élimination d'azote est donc constante et faible, et la consomption de la graisse est à la fois constante et exagérée. Dans les derniers jours, lorsque la graisse est détruite, l'albumine des organes doit à son tour fournir les matériaux de combustion; il en résulte une augmentation du chiffre de l'azote de l'urine et une accélération de l'usure organique.

D. Besoins alimentaires.

Dépendance de :

Divers facteurs interviennent dans la détermination de la masse de nourriture qu'un homme doit ingérer.

l'état du corps,

Pendant la période de croissance, il faudra fournir à l'organisme une quantité d'albumine, de graisse et d'hydrocarbures beaucoup supérieure à celle qu'il utilise pour la production de la chaleur et du travail; l'ingestion des aliments se fera alors par des repas nombreux et peu abondants.

du travail.

La production du travail augmente également les besoins alimentaires. On croyait autrefois que c'était le muscle lui-même qui brûlait par le fait du travail. Si cette opinion avait été exacte, on aurait dû retrouver une quantité plus abondante d'azote dans les excrétions lors d'un travail soutenu. Or, les recherches expérimentales ont montré que ce qui augmente le chiffre de l'azote, ce n'est pas le travail, mais bien l'usage d'une nourriture fortement azotée. D'un autre côté, on a constaté que le travail exagère l'élimination de l'acide carbonique et de l'eau, ce qui prouve bien qu'il n'est pas fourni aux dépens du tissu musculaire, mais aux dépens de la graisse et des hydrocarbures.

des circonstances extérieures

Une température extérieure élevée, le port de vêtements épais, une surface du corps peu étendue relativement au volume, constituent des conditions qui permettent à l'organisme de fonctionner en ne produisant qu'une faible quantité de calorique, et qui, par suite, restreignent les besoins alimentaires. Les hommes vigoureux et de haute taille ont besoin, pour l'entretien de leur corps ainsi que pour la production considérable de chaleur et de travail qu'ils doivent fournir, d'une quantité absolue de nourriture plus grande que les

hommes petits et faibles. Cette quantité est cependant proportionnellement moindre que celle que réclament ces derniers.

Détermination de la quantité.

Afin de pouvoir établir la quantité de nourriture qui est nécessaire à l'homme, on a noté, en différents endroits et à des moments divers, la ration alimentaire qui est journellement consommée par des groupes nombreux d'individus ; on partait de l'idée que l'instinct et la nécessité devaient naturellement indiquer aux hommes la mesure juste de leurs besoins.

On peut aussi expérimenter sur un sujet pris isolément ; on calcule aisément la quantité de substances alimentaires ingérées, en dosant l'azote et le carbone contenus dans ses excrétions.

Détermination de la quantité d'azote.

L'azote de l'albumine ingérée et consommée se retrouve presqu'en entier dans les urines ; la proportion qui est éliminée par la peau est si minime qu'on peut ne pas en tenir compte ; quant à l'azote contenu dans les fèces, il appartient aux composés albuminoïdes qui n'ont pas été assimilés. Si l'on multiplie par 6,25 le nombre de grammes d'azote retrouvés dans l'urine, on obtient la quantité d'albumine qui a été dépensée. Il est bon de faire remarquer ici que ce ne sont pas seulement les corps albumineux, mais toutes les substances renfermant de l'azote, qui laissent passer ce dernier dans les urines.

Détermination de la quantité de carbone.

Pour établir la dépense en graisse et en hydrocarbures, on n'a qu'à déterminer la quantité d'acide carbonique qui est éliminée. On utilise dans ce but un appareil spécial à respiration, sorte de chambre où se tient le sujet sur lequel on expérimente ; à de courts intervalles on retire de l'intérieur de l'appareil un volume d'air pour en évaluer le contenu en eau et acide carbonique. Le chiffre de Co^2 trouvé, il suffit de le multiplier par 0,273 pour obtenir le poids du carbone éliminé.

Données sur la ration alimentaire.

Voit et *Pettenkofer* ont calculé qu'un bon travailleur d'un poids moyen de 70 kilog. élimine journellement 16,8 gr. d'azote, 275 gr. de carbone et 2500 gr. d'eau, ce qui correspond environ à 118 gr. d'albumine, à 56 gr. de graisse et à 500 gr. d'hydrocarbonés. Il va de soi que les chiffres indiqués pour la graisse et les hydrocarbures peuvent également se présenter dans un autre rapport, puisque ces deux substances peuvent se remplacer mutuellement suivant leur valeur isodynamique. C'est ainsi, par exemple, qu'à une personne se livrant à un dur

travail, il est préférable de donner 100 gr. de graisse avec 400 gr. d'hydrocarbures.

La ration alimentaire est moindre pour l'état de repos et pour les sujets petits ou chétifs ; elle est au contraire plus élevée pour les sujets de fort poids et pour ceux qui s'adonnent à de durs labeurs ; c'est ainsi qu'une vieille femme, se tenant au repos, peut très bien se contenter d'une ration contenant 70 gr. d'albumine, 30 gr. de graisse et 200 gr. d'hydrocarbures, tandis qu'un homme solide et adonné à des travaux pénibles, dépense environ 135 gr. d'albumine, 125 gr. de graisse et 600 gr. d'hydrocarbures.

D'après quelques expériences faites ces dernières années, il semble qu'en augmentant l'apport des corps gras et des hydrocarbures, il soit possible de réduire dans une certaine mesure le taux normal de l'albumine établi par *Voit* pour l'alimentation. C'est ainsi, par exemple, qu'avec une quantité de pain qui contenait 104 gr. d'albumine, et avec 2500 gr. de pommes de terre qui renfermaient 66 gr. d'albumine et 500 gr. d'hydrocarbures, on est arrivé à maintenir le corps en état d'équilibre d'azote. Différents auteurs ont publié des résultats semblables; toutefois, en attendant que la question soit définitivement tranchée, il nous paraît rationnel de ne pas descendre sensiblement en dessous des chiffres indiqués par *Voit*.

E. Digestibilité et résorption.

L'utilisation dans l'intestin de l'albumine, de la graisse et des hydrocarbures introduits pour l'alimentation, dépend de la constitution des matières ingérées et de l'état de l'organe qui les reçoit. Un catarrhe de l'estomac et de l'intestin entrave considérablement les phénomènes de la résorption. La sensation du « lourd à digérer », le sentiment de plénitude et de pression que l'on ressent au niveau de l'estomac après l'ingestion de certains aliments, repose en grande partie sur la lenteur avec laquelle ils sont désagrégés par l'acte digestif, tout en étant pourtant finalement l'objet d'une résorption complète. Un aliment peut donc être d'une digestion difficile, tout en étant parfaitement résorbable; un exemple de ce fait nous est fourni par les œufs cuits durs.

Digestibilité moindre des substances végétales.

Les aliments d'origine animale sont très facilement résorbés; ceux d'origine végétale le sont moins aisément. La raison de ce phénomène ne réside pas dans une difficulté spéciale de résorption inhérente aux matières végétales, mais bien plutôt dans le fait que la cellulose entoure l'albumine et souvent aussi la fécule des plantes d'une véritable enveloppe que les sucs digestifs ne sont pas en état de rompre pour atteindre les substances nutritives emprisonnées. La préparation que l'on fait subir aux aliments a, entre autres effets, celui de faire éclater cette enveloppe de cellulose. L'addition de graisse aux hydrocarbures diminue quelque peu la digestibilité de ces derniers; elle reste par contre sans influence sur celle de la viande. Le tableau suivant donne une idée de la digestibilité comparée de quelques substances alimentaires.

Quantités pour °/₀ non résorbées de ces substances :

	de substance sèche	d'albumine	d'hydrocarbures
Viande	5,3	2,6	—
OEufs	5,2	2,6	—
Pois	9,1	17,5	3,6
Macaroni riches en albumine	5,4	11,2	2,3
Pain de farine fine	4,0	20,0	1,1
Pain de son	12,2	30,5	7,4
Riz	4,1	20,4	0,9
Pommes de terre	9,4	32,2	7,6

F. Régime.

a) Sa composition.

Comment on doit fournir le carbone et l'azote nécessaires.

Par la grande quantité de substances hydrocarbonées qui entrent dans sa composition, la nourriture de l'homme est surtout végétale. Les 500 gr. d'hydrocarbures nécessaires pour constituer la ration alimentaire se trouvent contenus dans 1100 gr. de pain, dans 650 gr. de riz ou de vermicelle, dans 2500 gr. de pommes de terre. La statistique nous apprend qu'un travailleur adulte et vigoureux consomme journellement

environ 750 gr. de pain contenant à peu près 45 gr. d'albumine et 350 gr. d'hydrocarbures. La quantité d'hydrocarbures qui manque pour atteindre le chiffre de la ration normale est fournie par l'ingestion de légumes et particulièrement de pommes de terre. 800 gr. de celles-ci renferment environ 150 gr. d'hydrocarbures et 15 gr. d'albumine. Il manque donc encore de la sorte 60 gr. d'albumine et 56 gr. de graisse.

Supposons que la ration de pain consommée s'élève à 500 gr., lesquels contiennent 30 gr. d'albumine et 230 gr. d'hydrates de carbone; en y ajoutant un légume composé de 500 gr. de pommes de terre et de 150 gr. de pois, on pourra fournir encore 180 grammes d'hydrocarbures et 45 gr. d'albumine; il resterait alors à procurer d'une autre manière 45 gr. d'albumine et 100 de graisse, ou au lieu de 100 gr. de graisse, 56 gr. de cette dernière substance et 100 nouveaux grammes d'hydrocarbonés. Si l'on voulait encore combler ce déficit au moyen d'aliments d'origine végétale, on serait obligé de faire ingérer en même temps une surcharge considérable d'hydrocarbures : il en résulterait une notable augmentation de la masse alimentaire dont la digestibilité serait par le fait même amoindrie ; il en résulterait en outre une forte élévation du prix de revient de la ration alimentaire. Cela étant, il convient de couvrir le déficit en albumine et en graisse au moyen d'aliments d'origine animale, et éventuellement par l'addition d'une certaine quantité d'huile. 100 gr. de graisse pure se trouvent renfermés dans 130 gr. de graisse du commerce, et 60 gr. d'albumine dans 300 gr. de viande ou 250 gr. de fromage maigre, ou 1 1/2 litre de lait, etc.

Si l'on voulait fournir, rien qu'avec de la viande tout le carbone et l'azote nécessaires, on devrait en consommer 2600 gr. par jour; il faut en effet toute cette quantité pour fournir 275 gr. de carbone, tandis que les besoins en azote sont déjà couverts au moyen de 540 gr. de viande.

De ce qui précède, il résulte qu'il y a avantage à recommander une alimentation à la fois végétale et animale. Par le fait qu'elle contient moins d'eau, la nourriture animale est plus substantielle que la végétale. La viande crue contient 75 % d'eau; celle qui a été rôtie ou bouillie en contient encore à peine 60 %. Les substances alimentaires d'origine végétale

Alimentation mixte.

absorbent généralement de l'eau pendant la préparation qu'on leur fait subir ; ainsi, tandis que la farine de seigle en contient 13 % et les pois 14 %, on en trouve 38 % dans le pain de seigle, 73 % dans la purée de pois, et 90 % dans la soupe aux pois. La proportion d'eau contenue dans les pommes de terre, qui se monte à environ 76 %, n'est guère modifiée par le fait de la cuisson.

b) Action de la préparation sur les aliments — Vaisselle et ustensiles de cuisine.

Influence de la préparation : a) Sur les substances animales,

Les substances animales sont influencées de trois façons différentes par les préparations auxquelles on les soumet. Elles sont tout d'abord divisées et par là rendues plus propres au travail de la digestion ; ensuite la cuisson fait perdre aux matières albuminoïdes une partie de leur eau, tandis qu'elle liquéfie la graisse et facilite ainsi son absorption ; enfin, les différents modes de cuisson donnent naissance à des produits aromatiques qui sont des excitants de l'appétit et qui favorisent la sécrétion des sucs digestifs.

b) sur les substances végétales.

Quant aux aliments de provenance végétale, beaucoup d'entre eux renferment plus d'eau à la suite des préparations subies ; celles-ci y développent en outre des principes aromatiques ; de plus la division de ces aliments (mouture, etc.) et leur cuisson détruisent l'enveloppe cellulaire qui emprisonne les matières nutritives. Notons encore que dans beaucoup de cas, la préparation agit d'un façon spéciale sur la fécule qu'elle transforme en un empois soluble ou en dextrine. Enfin, la cuisson a pour effet de détruire les bactéries que les aliments peuvent contenir ainsi qu'une partie des produits toxiques auxquelles elles donnent naissance.

Destruction des bactéries.

La présence des bactéries saprophytes est désirable pour certains aliments et ne l'est pas pour d'autres ; le tout dépend de la nature même de l'aliment : un fromage vieux renferme une quantité innombrable de bactéries et il est très recherché, une viande qui contient beaucoup de microorganismes est considérée comme putréfiée et on la rejette. La destruction par la chaleur des bactéries pathogènes qui se trouvent à la surface ou à l'intérieur des aliments, ainsi que des entozoaires

avec leurs œufs ou leurs larves, constitue un fait d'une importance capitale au point de vue de la prophylaxie des maladies.

L'attention devra être portée sur la vaisselle et les ustensiles de cuisine qui, dans certaines circonstances, peuvent communiquer des propriétés toxiques aux aliments. Il en est ainsi particulièrement des objets fabriqués avec le cuivre et le plomb. Le vert-de-gris, qui est un acétate basique de cuivre, est, comme on sait, vénéneux à un haut degré. Les aliments contenant de l'acide acétique ou pouvant en produire, ne doivent donc pas être conservés dans des vases en cuivre. Un bon étamage met du reste à l'abri des dangers d'intoxication (*). Dangers provenant des ustensiles de cuisine.

Le plomb peut agir comme poison déjà à très faible dose. En Allemagne, une ordonnance impériale du 25 juin 1887 prescrit que les vases et ustensiles de cuisine, les mesures, la vaisselle, etc. ne peuvent être fabriqués en tout ni en partie avec du plomb ou avec un alliage qui en renferme plus de 10 %. L'étamage de ces objets ne doit pas renfermer plus de 1 %, et la soudure plus de 10 % de ce même métal. L'émail et la couverte ne doivent laisser déceler aucune trace de plomb dans le vinaigre, même après une demi-heure d'ébullition. Il est, en outre, interdit de faire servir le caoutchouc contenant du plomb à la fabrication des tétines de biberon, des bouts de sein, et des tuyaux servant de conduites pour le vin, la bière, et le vinaigre. Même défense existe en ce qui concerne l'empaquetage des fromages et du tabac à priser ou à chiquer, dans des feuilles d'étain contenant du plomb. Plomb.

La loi du 5 juillet 1887 défend de faire usage de couleurs nuisibles à la santé pour la préparation des aliments ou des condiments du commerce, ainsi que pour la fabrication des boîtes ou enveloppes destinées à les conserver ou à les empaqueter. On doit considérer comme nuisible toute couleur dans la composition de laquelle entre l'un des corps suivants : Couleurs.

(*) On a beaucoup exagéré les dangers pouvant provenir de l'usage des ustensiles en cuivre pour la préparation des aliments. Certains auteurs, entre autres *Galippe* et *Dumoulin*, vont même jusqu'à nier la toxicité des sels cupriques. Il est certain, dans tous les cas, que la colique de cuivre existe peu ou point chez les ouvriers qui travaillent ce métal ; d'autre part, il paraît démontré que le reverdissage par les sels de cuivre des légumes verts de conserves n'a jamais donné lieu à aucun symptôme d'empoisonnement. (N. des T.)

l'antimoine, l'arsenic, le barium, le plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, l'uran, l'étain, le zinc, la gomme-gutte, le corallin et l'acide picrique.

Les couleurs végétales reconnues comme non toxiques doivent être seules employées à la coloration des substances alimentaires et de leurs enveloppes.

c) Excitants dans l'alimentation.

Variété dans les aliments.

L'uniformité est à éviter dans l'alimentation; car, à fournir toujours la même nourriture, on finit par provoquer un tel dégoût que rien que la vue des aliments suffit à couper l'appétit. Par contre ce dernier est stimulé par la diversité dans les mets.

Sapidité.

Les aliments doivent, en outre, être suffisamment sapides. On leur communique cette propriété par une préparation bien entendue, par l'assaisonnement avec des épices, ainsi que par l'addition de condiments. Les principes aromatiques qui se développent pendant la préparation ont un goût agréable et constituent déjà un excitant énergique de l'appétit. L'addition de sel ou d'épices produit un effet analogue. Il en est de même de la sauce piquante et des cornichons aigres que l'on a l'habitude d'ajouter, par exemple, au bœuf bouilli, aliment très nutritif mais qui manque de goût.

L'ingestion préalable de petites doses d'excitants, par exemple d'un peu d'alcool, de café, d'un petit morceau de fromage épicé, de caviar, etc., exerce également un effet favorable sur l'appétit.

Tous les excitants précités agissent en provoquant la sécrétion des sucs digestifs; ils préparent donc la digestion des aliments et aident à la rendre plus rapide; par contre ils ne semblent pas exercer d'influence sur l'utilisation définitive des substances alimentaires. On doit avoir soin de varier suffisamment les excitants et les condiments dont on fait usage, afin d'éviter l'accoutumance qui s'établit toujours facilement pour ce genre de substances.

d) Alimentation des masses.

Lorsqu'il s'agit de pourvoir à l'alimentation de groupes étendus d'individus, des gens peu fortunés en général, des

prisonniers, des soldats, etc., les questions d'économie entrent forcément en ligne de compte, la nourriture devant être alors fournie en quantité suffisante tout en ne dépassant pas les ressources dont on dispose. Il importe donc, en pareil cas, de choisir parmi les aliments ceux qui, pour le même prix, possèdent les qualités nutritives les plus étendues.

Pour 1 mark on peut se procurer :

Genre d'aliments.	Poids en gram.	Calories.	Albumine.	Graisse.	Hydrocarbures.
Pommes de terre	16,666	18,724	333	265	3,633
Pois	4,166	14,747	937	104	2,424
Pain de munition	5,350	13,492	412	76	2,307
Riz	3,333	11,358	233	17	2,500
Lait	5,000	3,288	165	175	240
Viande de bœuf	980	1,142	159	53	—
Fromages	684	1,248	241	28	—
Sucre de canne	1,100	4,510	—	—	1,100
Saucisson aux pois	434	2,523	51	206	97

Pour apprécier ces aliments à leur juste valeur, il y a lieu de tenir compte également du degré de digestibilité de chacun d'entre eux. Le tableau précédent indique clairement pourquoi le pauvre choisit de préférence pour son alimentation les pommes de terre, le pain et les légumineuses.

Les données suivantes peuvent servir comme exemples de rations alimentaires journalières : la petite portion ou portion de paix dans l'armée allemande, c'est-à-dire la nourriture ordinaire avec laquelle le soldat doit fournir une somme modérée de travail, comporte 750 gr. de pain, 150 gr. de viande, 90 gr. de riz, ou à la place de ce dernier 120 gr. de gruau, ou 230 gr. de légumineuses, ou 1,500 gr. de pommes de terre, soit en tout 107 gr. d'albumine, 35 gr. de graisse, 420 gr. d'hydrocarbures. La forte ration que l'on donne en temps de guerre, se compose de 750 gr. de pain, 500 gr. de viande, 170 gr. de riz ou de gruau, 340 gr. de légumineuses, 2,000 gr. de pommes de terre, ce qui équivaut à 181 gr. d'albumine, 64 gr. de graisse et 560 gr. d'hydrocarbures. En Prusse, la ration journalière du prisonnier renferme 100 gr. d'albumine, 50 gr. de graisse et 550 gr. d'hydrates de carbone. Rations.

C'est faire œuvre éminemment utile que de chercher à

venir en aide au travailleur pauvre — lequel ne devrait jamais dépenser en nourriture plus de 65 % de son salaire — en lui procurant pour peu d'argent une alimentation aussi profitable que possible. Ce but peut être atteint de deux façons, soit par la fourniture des aliments à très bas prix — prix de gros — ainsi que cela se pratique dans les sociétés coopératives (Consumvereine), soit par l'établissement de cuisines ou restaurants populaires (Volksküchen).

Coopératives.

Cuisines populaires.

Ces derniers procurent aux ouvriers un dîner d'un goût agréable, et composé suivant les règles établies par l'hygiène. Le prix doit en être calculé de façon que le consommateur paye juste le prix de revient des aliments; de cette façon l'établissement parvient à faire ses frais, et l'ouvrier n'éprouve pas le sentiment pénible d'une aumône reçue. D'autre part, il faut bien dire qu'en fournissant des repas à trop bas prix, on risque de voir des individus dépenser en boissons alcooliques l'argent qu'on leur permet d'économiser sur la nourriture. Dans un but d'économie les restaurants populaires font entrer volontiers dans leurs aliments, au lieu de graisse et d'albumine animale qui coûtent cher, des quantités excessives de substances amylacées : c'est là une tendance que l'on doit combattre. *Voit*, à Munich, a formulé un grand nombre de recettes qui peuvent être utilisées avec fruit dans les restaurants en question.

II. Des aliments en particulier.

A. La viande.

a) **Qualités et modes de préparation de la viande.**

Définition.

Par le mot de viande, on entend dans le langage usuel, les muscles avec les vaisseaux et les nerfs, avec le tissu conjonctif, la graisse, les tendons et les os; ces deux derniers tissus comptent dans la viande du commerce pour une proportion de 12 % environ. Pour un bœuf ordinaire, la quantité de viande débitée représente à peu près 60 %, et pour un bœuf engraissé,

60 à 80 % du poids total de la bête vivante. La quantité de graisse que l'on trouve chez les différents animaux varie d'après l'espèce et aussi d'après l'engraissage; la viande grasse est moins riche en eau que la maigre; d'un autre côté l'animal gras a moins de substance musculaire proprement dite. La chair des jeunes animaux est plus pauvre en albumine et plus riche en graisse que celle des bêtes adultes. Lorsque toute la graisse a été enlevée, la composition chimique de la viande reste sensiblement la même chez les différentes sortes d'animaux. La proportion d'eau y est de 76 % et celle de substance sèche de 24 %, se répartissant en 20 % d'albumine et gélatine, 1 % de graisse et 3 % de cendres. Constitution.

Le goût de la viande varie non seulement d'après l'espèce et la race de l'animal qui la fournit, mais encore d'après les différentes pièces d'un même animal. Chez le bœuf, les parties les plus recherchées sont le morceau de queue, celui des lombes, des côtes antérieures, de la hanche, puis viennent les flancs, les côtes moyennes, etc. La chair est plus tendre chez les animaux châtrés que chez ceux qui ne le sont pas. La chair de volaille est tout particulièrement tendre et de facile digestion; celle du mouton et du porc a des fibres tendres, peu élastiques; les fibres de la viande de veau et de bœuf sont entourées d'une solide gaine de sarcolemme. Différences dans la viande.

La chair de poisson est de digestion très facile, tout au moins lorsqu'elle n'est pas trop riche en graisse; il en résulte qu'après l'ingestion de cette chair la sensation de la faim se reproduit rapidement, et c'est là une des raisons pour lesquelles, sur le continent, le poisson a quelque peine à entrer dans l'alimentation du peuple; l'usage du poisson exige du reste un choix spécial d'assaisonnements. On divise les poissons en gras et en maigres. Parmi les premiers, le saumon et le hareng renferment environ 77 % d'eau, 12 % d'albumine, et 7 % de graisse; l'anguille de rivière contient 57 % d'eau, 13 % d'albumine et 28 % de graisse. Les poissons maigres, tels que l'aiglefin, la morue, le brochet, et la carpe, renferment environ 80 % d'eau, 18 à 20 % d'albumine et tout au plus 1 % de graisse. Poissons.

La digestibilité de la viande et son utilisation dans l'organisme dépendent plus de son degré de division que du mode Mode de préparation

de préparation auquel elle est soumise. La viande est mauvaise conductrice du calorique, ce qui fait qu'elle doit subir la cuisson plusieurs heures durant; aussi longtemps qu'elle est saignante et rouge on peut dire que sa température intérieure n'a pas dépassé 50° C.; jusqu'alors les entozoaires et les bactéries qu'elle peut contenir ne sont donc pas encore tués. La viande bouillie conserve entière sa valeur nutritive, d'autant plus qu'elle perd ainsi par soustraction d'eau 20 % de son poids total; par le rôtissage, cette diminution de poids peut aller jusque 40 %.

Bouillon. La viande abandonne à l'eau, pendant l'ébullition, de la gélatine, des matières extractives et des sels, entre autres des sels de potasse. La faible quantité d'albumine et de graisse qui passe en même temps dans le bouillon est enlevée par l'écumage. Le bouillon n'est donc pas un aliment; grâce à ses sels et à ses substances extractives il constitue plutôt un bon excitant, très propre à favoriser la digestion; de là le précepte de ne faire usage « que de peu de soupe mais de bonne soupe » (*).

Abats. Sous le nom d'abats ou déchets on comprend le sang, le cœur, la langue, la rate, les reins, etc.; ils contiennent environ 2 % de moins d'albumine que la viande; aussi peuvent-ils très bien servir à l'alimentation. Les os renferment de 15 à 50 % de tissu transformable en gélatine, ce qui fait qu'on les utilise de préférence pour la préparation des soupes; ils contiennent en outre jusque 20 % de graisse.

b) **Conserves de viande.**

La viande ne pouvant pas toujours être consommée à l'état frais, et certaines contrées en possédant en excès alors que dans d'autres elle existe en quantité insuffisante, on a depuis longtemps cherché à rendre l'excédant de viande utilisable par différents moyens de conservation.

Salaison. La salaison soustrait l'eau à la viande ainsi qu'aux entozoaires et aux bacilles qu'elle renferme; elle la met ainsi à

(*) L'auteur ne vise ici par le mot « soupe » que le bouillon ou le potage proprement dit. Mais, comme le dit très justement *Arnould*, chez les ouvriers et les soldats le bouillon est un moyen d'imbiber, de ramollir et d'aromatiser une masse considérable de pain et de légumes. Cette fois la graisse qui n'était pas nécessaire dans le potage devient indispensable et formellement recherchée. Il s'agit en effet d'un plat qui tient une place énorme dans l'alimentation populaire, et qui doit bien être un aliment puisqu'il est la base du régime d'un nombre infini de travailleurs (N. des T.).

l'abri de la putréfaction. Les bacilles du charbon succombent après quelques heures sous l'action de la saumure, tandis que ceux de la tuberculose et de l'érésipèle continuent encore à vivre pendant des mois entiers. La saumure enlève à la viande 1 % de son albumine, 8 % d'acide phosphorique, et 33 % de matières extractives. La viande salée, déjà vieille de plusieurs années, est devenue moins propre à la résorption; elle peut même perdre le tiers de sa valeur nutritive. En raison de la finesse plus grande de ses fibres, la chair du porc se prête mieux que celle du bœuf à la salaison.

Dessiccation.

La viande destinée à être desséchée est d'abord coupée en grandes tranches minces, puis débarrassée de la plus grande partie de sa graisse et saupoudrée de sel et d'un peu de poivre. On la met ensuite en tas durant une nuit entière, puis on la sèche rapidement en l'exposant à l'air libre sur des claies. Le « charqui » ou carne secca, que l'on prépare de cette façon, est une viande très recherchée dans l'Amérique du Sud; lorsqu'elle a été râpée, privée de sa graisse rance, puis battue et dessalée, elle constitue un aliment de très bonne qualité.

Fumage.

L'effet obtenu par le fumage résulte à la fois de la dessiccation par évaporation d'eau, de l'imprégnation dans la saumure, et de l'action antiseptique des parties constituantes de la fumée. Une viande bien fumée est exempte de germes et peut se conserver longtemps. Il existe un procédé de fumage rapide qui consiste à enduire plusieurs fois la viande avec un léger vinaigre de bois additionné d'un peu d'huile de génévrier, puis à la suspendre dans un endroit bien aéré; par ce procédé on n'arrive pas à détruire les bactéries.

Méthode d'*Appert*.

La méthode suivante, qui a été imaginée par *Appert* et plus tard perfectionnée de différentes façons, s'applique également à la conservation de la viande et à celle des légumes : la substance alimentaire est placée dans des boîtes en fer blanc dont le couvercle reste percé d'un trou pour l'échappement de l'air et de la vapeur; ces boîtes sont soumises pendant un certain temps à la température de l'ébullition. On ferme ensuite par la soudure l'orifice du couvercle, puis on les soumet encore une ou deux fois à la cuisson. La viande préparée de cette façon est complètement stérilisée et n'est plus susceptible de se corrompre; elle n'a rien perdu de sa valeur nutritive, mais les

cuissons répétées qu'elle a subies lui ont enlevé une partie de sa saveur.

Réfrigération. Les nombreux essais qui ont été faits dans ces dernières années pour importer d'Amérique et d'Australie des viandes fraîches conservées par réfrigération, n'ont pas toujours réussi aussi complètement qu'on l'avait espéré. Les meilleurs résultats ont encore été obtenus avec l'air froid qu'on faisait agir sous pression dans les chambres à viande.

Extraits. Les premiers essais fructueux qui ont été faits pour conserver la viande, non pas comme telle, mais seulement dans ses parties les plus essentielles, sous forme d'extrait, datent de *Liebig*. A l'heure actuelle on peut distinguer deux groupes principaux de produits de cette nature. Les produits du premier groupe, dont l'extrait de viande de *Liebig* peut être considéré comme le prototype, renferment les matières extractives et les sels de la viande, mais ne contiennent ni graisse, ni albumine, ni gélatine. Grâce surtout à leur richesse en composés potassiques, ces extraits constituent donc d'excellents « excitants ou condiments », mais ils ne possèdent pas de réelle valeur nutritive.

Peptones. Le second groupe comprend les « peptones » : celles-ci ne sont plus produites comme les extraits, par simple ébullition et évaporation. On les obtient en faisant agir simultanément sur la viande de la vapeur d'eau surchauffée, des acides et de la pepsine ou du suc de Papaya. La plupart de ces préparations contiennent, outre la peptone, de l'albumine et des albuminoses. La peptone communique au composé son goût amer, tandis que la propeptone n'a aucun goût désagréable. Pour ce qui est de la valeur diététique de ces préparations, elle est encore actuellement l'objet de controverses ; il est certain, dans tous les cas, que la peptone est en soi une véritable substance d'épargne pour l'albumine ; comme, d'autre part, elle est toujours mélangée d'une certaine quantité d'albumine et d'albuminoses, on peut dire que les produits en question renferment réellement des matériaux de structure des organes. La poudre-viande, qui est une viande finement râpée et vendue soit en nature, soit sous forme de soupes condensées, possède toutefois une plus grande valeur nutritive que les peptones; elle est en même temps moins

coûteuse, mieux supportée, et d'habitude prise avec plus de plaisir.

c) Dangers provenant de l'usage de la viande.

L'usage de la viande, cet aliment de premier ordre, peut entraîner à sa suite un certain nombre de dangers. Il peut en résulter en effet des infections et des intoxications.

1. Infections.

Infection par les entozoaires. Les trichines se rencontrent dans la viande de porc. Elles s'y trouvent là habituellement sous forme de petits kystes bien connus qui sont logés entre les fibres musculaires. Si ces kystes viennent à se trouver en contact avec le suc gastrique de l'homme, ils sont bientôt dissous et les trichines qu'ils renferment deviennent libres dans l'intestin. Au bout de trois jours, ces organismes sont devenus aptes à la reproduction, et 7 jours après la fécondation, la femelle donne naissance à environ mille embryons ; ces derniers traversent alors la paroi intestinale et émigrent dans le tissu musculaire. C'est cette migration qui donne lieu à la maladie appelée trichinose, dont la gravité est proportionnelle au nombre des parasites. Comme ces embryons ne parviennent pas à traverser les tendons, ils s'arrêtent et se rassemblent au voisinage des insertions tendineuses, donnant ainsi naissance aux douleurs qui sont ressenties au niveau des jointures. C'est dans les muscles du larynx, des mâchoires, des yeux, dans les muscles intercostaux ainsi que dans la partie musculeuse du diaphragme qu'on arrive le plus facilement à découvrir les trichines. Pour cette recherche, on découpe dans ces muscles de fines tranches, longues de 1 centim. environ, qu'on presse entre deux verres épais et qu'on examine ensuite au microscope avec un grossissement de 50 diamètres. On doit se garder de confondre les trichines avec les tubes de *Miescher*, qui appartiennent aux sarcosporidées et qui ne paraissent guère présenter d'intérêt au point de vue hygiénique ; sous une forte pression, ces tubes se déchirent et les petits organismes en forme de demi-lune qu'ils renferment, viennent au jour (*Fig. 33 et 34*). Le plus sûr moyen de se prémunir contre la trichinose, c'est de Trichines.

s'astreindre à ne jamais faire usage de viande de porc crue ou imparfaitement cuite ; les trichines sont tuées à une température de + 55° ; une bonne salaison les fait également

Fig. 33. Trichine encapsulée.

Fig. 34. Tube de *Miescher*.

périr. Un autre moyen de protéger les populations contre l'infection qui nous occupe, c'est l'organisation d'une inspection de viande au point de vue de la trichinose (Trichinenschau). Cette organisation existe dans les divers Etats de l'empire allemand, mais est réglée de différente façon dans chacun d'entre eux. Dans le royaume de Saxe, par exemple, où est surtout répandue la mauvaise habitude de manger la viande crue, il est prescrit de faire vérifier par l'examinateur de trichine la chair de tout porc qu'on abat pour la consommation (Ordonnance du 20 juillet 1888). En Prusse, la réglementation de cette inspection est laissée aux soins des autorités locales.

Pour ce qui est des porcs qui ont été trouvés infestés de trichines, une ordonnance ministérielle prussienne du 18 janvier 1876 permet d'en utiliser librement la peau, les soies et la graisse fondue ; elle permet en outre de faire servir à la fabrication de savons et de la gélatine les parties qui conviennent à ces usages, et même de manipuler chimiquement le corps tout entier.

Tœnias. L'usage de la viande expose encore l'homme à gagner le ver solitaire. La larve ou le cysticerque du tœnia solium a pour habitat le porc ; on l'y trouve logée principalement dans le tissu conjonctif intermusculaire. Elle est constituée par de petites vésicules, blanches, ayant à peu près la grosseur d'un pois et

dans lesquelles le scolex est déjà reconnaissable. Lorsque le scolex devient libre dans le tube digestif de l'homme, il se développe en donnant naissance à un ver rubanné. La tête du tœnia solium porte quatre ventouses et une double couronne de crochets. Le cysticerque du tœnia mediocanellata ou saginata a pour hôte le bœuf; il est plus petit que celui du porc; la tête de ce tœnia a également quatre ventouses, mais elle est dépourvue de crochets; ce ver résiste mieux que le précédent à l'action des anthelminthiques. Le cysticerque du botriocéphalus latus se rencontre chez différentes espèces de poissons; les anneaux du ver formé sont larges mais courts.

Dans certaines circonstances particulièrement défavorables (par exemple à la suite d'auto-infection), il peut arriver que l'on rencontre dans l'épaisseur des tissus de l'homme lui-même le cysticerque celluleux du tœnia solium ou du médiocanellata; le plus souvent toutefois le cysticerque que l'on trouve chez lui est celui du ver solitaire du chien.

Mesures à prendre contre la ladrerie.

En Saxe, les règlements prescrivent de rejeter la viande atteinte de ladrerie comme impropre à la consommation, lorsqu'elle laisse voir des cysticerques sur chaque coupe, ou lorsqu'elle a une couleur claire et un aspect œdémateux. En Bavière, l'usage de cette viande est subordonné aux prescriptions locales. En Prusse, il n'existe aucune réglementation spéciale au sujet de la viande de bœuf atteinte de ladrerie; pour celle du porc la commission d'hygiène publique a émis l'avis que la graisse fondue des animaux ladres peut être employée sans restriction, mais que la viande ne doit être livrée à la consommation que pour autant qu'elle contienne peu de cysticerques et qu'elle ait été cuite complètement après division préalable, et sous la surveillance de la police. Lorsqu'elle est fort infestée, l'animal peut être utilisé à la fabrication de produits chimiques ou bien il est entièrement détruit sous le contrôle de la police.

Protection des animaux domestiques contre la trichinose et la ladrerie.

Le plus sûr moyen de mettre les porcs à l'abri de la trichinose et de la ladrerie, c'est de les loger proprement dans des étables bien tenues. On ne doit pas oublier que les rats peuvent également être trichinés; ils peuvent donc communiquer la maladie aux porcs lorsqu'ils viennent à être dévorés par eux. D'un autre côté les excréments humains contenant des

œufs de tœnia peuvent, lorsqu'ils sont mangés par les porcs, ainsi que cela arrive si souvent à la campagne, donner lieu chez eux au développement de cysticerques. Pour la même raison, on ne devra pas permettre que les porcs soient nourris avec des déchets de charcuterie qui n'auraient pas été parfaitement cuits.

Actinomycose.

Infection par les microorganismes. Parmi les maladies propres aux animaux et transmissibles à l'homme, reconnaissant pour cause une infection par des microorganismes appartenant au règne végétal, il y a lieu de citer particulièrement l'actinomycose. Dans la chair des bœufs et des porcs atteints de cette affection, on trouve des cavités purulentes, des abcès, dont le pus renferme de petits grains jaunâtres constitués par les filaments du champignon et de petites massues caractéristiques. Ce champignon se laisse facilement colorer par la méthode de *Gram;* grâce à cette propriété, le diagnostic de l'affection peut encore souvent être posé alors même que l'on ne trouve pas les petites massues précitées. Lorsqu'on reconnaît de pareils abcès dans la viande, on se borne à les extirper en coupant jusque dans les tissus sains, et on enlève en même temps les parties qui auraient pu être souillées par le pus. L'infection chez l'homme a toujours lieu par l'intermédiaire d'une plaie.

Tuberculose.

Une importance plus grande s'attache aux maladies bactériennes proprement dites. Parmi elles signalons en premier lieu la tuberculose, qui sous le nom de pommelière ou maladie perlée (Perlsucht) est très répandue dans l'espèce bovine. Dans maintes régions on trouve jusqu'à 10, 20 et même 50 % des animaux infestés, et l'on peut sans exagération avancer, qu'en moyenne, il y a environ 4 % des bovidés qui sont atteints de la maladie. La tuberculose est rare chez le veau; sur 10,000 veaux on en rencontre à peine un qui soit tuberculeux. Les organes qui sont le plus fréquemment le siège des lésions chez les bovidés sont les glandes lymphatiques, les séreuses et les poumons; la présence de gros tubercules atteignant souvent le volume d'une noix ne laisse aucun doute sur le diagnostic. Dans la race porcine c'est surtout le foie qui est le siège de foyers analogues mais plus petits. Le mouton a peu de réceptivité pour la tuberculose et la chèvre jouit vis-à-vis d'elle d'une immunité presque complète. Les poules ne

contractent pas la tuberculose ordinaire, par contre elles sont prédisposées à une affection spéciale qu'on nomme la tuberculose aviaire. Les oies et les canards en sont indemnes.

Chez les bovidés la maladie reste longtemps localisée; ce n'est que tardivement qu'on la voit se généraliser et que les nodosités caractéristiques apparaissent entre les faisceaux musculaires.

La viande tuberculeuse est susceptible de produire la contamination lorsqu'elle est ingérée crue, tandis qu'elle est complètement inoffensive quand elle est mangée après avoir été bien cuite. Il s'en faut malheureusement de beaucoup que les viandes soient toujours cuites suffisamment dans toute leur épaisseur; aussi, l'ordonnance suivante du ministère prussien (15 sept. 1887) est-elle parfaitement justifiée : « Toute viande qui contient des noyaux tuberculeux, ou qui, sans en contenir, provient d'un animal tuberculeux déjà amaigri, doit être considérée comme nuisible à la santé; par contre la viande peut encore être déclarée bonne pour la consommation, 1° lorsque l'animal tuberculeux dont elle provient se trouvait dans un bon état de nutrition, 2° lorsqu'un seul organe présente les nodosités caractéristiques, ou bien lorsque plusieurs organes étant atteints, ceux-ci appartiennent à la même cavité viscérale et sont réunis entre eux directement par les vaisseaux lymphatiques ou par des vaisseaux sanguins appartenant soit à la petite circulation soit à celle de la veine-porte. L'expert décide si la viande encore utilisable doit être ou non déclarée de qualité inférieure. »

Les viandes charbonneuses mangées crues ou imparfaitement cuites peuvent transmettre la maladie à l'homme si les bacilles qu'elles contiennent arrivent au contact d'une plaie, ou s'ils parviennent à dépasser l'estomac. Les spores de la bactéridie charbonneuse qui se développent seulement à la surface des viandes et jamais dans leur intérieur où manque l'oxygène, sont plus dangereuses que la bactéridie elle-même, le suc gastrique n'ayant sur elles aucune prise. Le danger de contamination est particulièrement à craindre pour les personnes qui s'occupent d'abattre et de dépecer les animaux atteints de l'affection charbonneuse. Charbon.

L'usage de la viande de cheval étant maintenant plus Morve.

répandu qu'autrefois, il y a lieu de se préoccuper des dangers que peuvent présenter les viandes provenant d'animaux morveux. Les chances d'infection sont les mêmes que pour le charbon.

Rage. On a parfois l'occasion de constater des cas de rage chez le bœuf, chez le mouton et chez certains gibiers. La contamination a encore lieu ici par inoculation au niveau d'une plaie.

Mesures prophylactiques. Les mesures prophylactiques contre la transmission à l'homme, par l'usage de la viande, des maladies précitées, sont exposées comme suit dans la loi allemande sur les épizooties : les animaux atteints du charbon ou soupçonnés de l'être, ne peuvent être abattus pour être livrés à l'alimentation ; il est en outre interdit de rien vendre de ce qui en provient, ni les poils, ni la laine, ni le lait, ni aucun autre produit; même défense existe concernant l'abattage des animaux atteints ou supposés atteints de rage et concernant la vente ou l'emploi de produits quelconques provenant de ces animaux.

Quant à la morve, il y a certainement lieu de lui appliquer les mêmes mesures prophylactiques que pour le charbon.

Septicémies. Il n'est pas rare de voir survenir des troubles de la santé à la suite de l'ingestion de viande provenant d'animaux souffrant de suppurations du pis, ou de métrite ou d'autres processus septicémiques. Les animaux atteints de semblables affections doivent donc également être considérés comme impropres à la consommation.

Autres maladies. La viande des bovidés atteints à un faible degré de péripneumonie, de peste bovine, ou de stomatite aphteuse, de même que celle des porcs malades du rouget, est certainement une viande de qualité inférieure; toutefois l'usage n'en est pas défendu pour la raison qu'aucune de ces maladies n'est transmissible à l'homme. Lorsque ces affections existent à un degré très marqué, la viande n'est plus utilisable, pas plus du reste que celle de tout animal ayant souffert d'une fièvre intense quelconque (*).

(*) En Belgique la question de l'insalubrité des viandes de boucherie est réglée par l'arrêté ministériel du 22 avril 1891. Cet arrêté condamne entre autres viandes celles provenant d'animaux atteints d'une des maladies suivantes : charbon, tuberculose (sauf quelques restrictions), morve et farcin, rage et suspicion de rage, trichinose, ladrerie,

2). Intoxications.

Médicaments.

Les médicaments de différente nature que les animaux peuvent avoir absorbés, ne sont pas en état de communiquer des propriétés toxiques à la viande. Celle-ci par contre contient parfois des poisons bactériens dont les effet sur l'organisme peuvent être redoutables.

Empoisonnements par la viande.

Il n'est pas rare de voir des personnes devenir malades, et même succomber très peu de temps après avoir mangé des saucisses ou une viande quelconque crue, cuite ou fumée. Le processus morbide évolue souvent alors en quelques heures, c'est-à-dire d'une façon si rapide que les bactéries pathogènes n'ont certainement pu avoir le temps de se développer dans l'organisme. C'est à un empoisonnement par des toxines que l'on doit rapporter les accidents observés.

Dans d'autres cas il se produit dans l'organisme, en même temps qu'un empoisonnement par ces toxines, une multiplication de bactéries introduites avec la viande; il s'agit donc alors à la fois d'une infection et d'une intoxication. Quant à la question de savoir si les microbes ordinaires de la putréfaction sont à même de produire des poisons assez abondants ou assez violents pour rendre l'usage de la viande dangereux pour l'homme, elle n'est pas encore actuellement élucidée; le plus souvent sans doute il y a lieu de rapporter les accidents constatés à l'action de bactéries spécifiques.

Quelquefois certains morceaux de l'animal, ou une partie seulement des saucisses qui en proviennent, sont consommés sans donner lieu à aucun accident, alors que l'on voit l'usage d'autres parties de la bête être suivi de phénomènes d'empoisonnement; la viande nuisible provient alors d'animaux qui paraissaient ou qui étaient réellement sains. D'autres fois toute la viande a une action nocive; dans ce cas les animaux

---

clavelée, peste bovine, pyohémie, septicémie, urémie, ictère, arthrite généralisée des jeunes animaux, rouget du porc sous ses trois formes connues, pleuropneumonie contagieuse (sauf quelques restrictions), inflammation gangréneuse d'un ou plusieurs organes viscéraux, mélanose généralisée, anarsarque, fièvre typhoïde du cheval, tétanos, gourme maligne, phlegmon diffus.

Comme on le voit par cette liste, l'arrêté précité sacrifie nombre de viandes qui pourraient, moyennant certaines précautions, être consommées sans danger pour l'homme; tel est du moins l'avis de la Société de médecine publique qui dans sa dernière réunion du 22 octobre 1893, émettait le vœu « de voir le Gouvernement réviser l'arrêté ministériel du 22 avril 1891, de manière à permettre de conserver pour la consommation la plus grande quantité possible de viandes non nuisibles » (N. des T.).

étaient malades à l'avance et avaient dû être abattus d'urgence lorsqu'ils n'avaient déjà succombé.

On doit admettre que dans le premier cas, des bactéries sécrétant des toxines ont pu arriver accidentellement dans certaines parties de la viande, tandis que dans le second cas, les bactéries, causes de la maladie, avaient déjà fabriqué l'agent nuisible dans le corps de l'animal.

Un certain nombre de toxines supportent la chaleur de l'eau bouillante, d'autres sont détruites par l'action des températures élevées. Souvent la viande contenant des poisons a un aspect tout à fait normal ; d'autres fois elle présente un changement de coloration, ou un goût fade et douceâtre et une odeur repoussante. La viande d'animaux abattus d'urgence ne devrait être livrée à la consommation qu'après qu'un vétérinaire l'aurait déclarée inoffensive. Comme les bactéries ne se rencontrent pas dans les viandes fraîchement découpées, on devrait avoir pour règle de rejeter toutes celles qui, immédiatement après l'abattage, renferment des microorganismes dans les endroits n'ayant pas encore été au contact de l'air, ces microorganismes fussent-ils manifestement de ceux qui n'exercent aucune action fâcheuse sur la santé.

Viande d'animaux abattus d'urgence.

d) **Inspection des viandes. — Abattoirs.**

L'organisation d'une inspection des viandes, c'est-à-dire l'examen par des experts de l'animal abattu avant sa mise en vente, constitue le moyen par excellence pour nous mettre à l'abri des dangers provenant de l'usage de la viande. Lors de cette expertise, l'attention de l'examinateur devra toujours être dirigée à la fois sur l'état de la chair et sur celui des viscères.

Viandes de qualité inférieure.

Il arrive fréquemment que l'on doit mettre en vente des viandes qui, sans être insalubres, ne possèdent cependant qu'une valeur relative. Parmi ces viandes, dites de qualité inférieure ou de basse boucherie, il faut ranger, par exemple, celles des bêtes vieilles ou très maigres ou très jeunes, puis celle des animaux qui ont été atteints d'affections non dangereuses pour l'homme, n'ayant communiqué à la chair ni un mauvais aspect, ni une odeur ou un goût désagréables, et ne lui ayant rien enlevé de sa valeur nutritive ; dans cette catégorie

rentre la viande des animaux atteints de la tuberculose à un faible degré, etc. C'est à l'expert qu'incombe la charge de faire le triage de ces viandes et d'autoriser leur transport sur « l'étal libre » (freibank), où elles sont débitées par petites portions d'un prix peu élevé pour l'usage exclusif des familles.

Utilité des abattoirs.

L'inspection des viandes se pratique d'une façon satisfaisante dans la plupart des localités qui possèdent un abattoir. Celui-ci offre du reste d'autres avantages; d'abord il permet de supprimer les tueries particulières qui déversent toujours sur le sol des villes des souillures en abondance; ensuite il rend impossible l'existence de tueries secrètes où l'on abat en cachette des bêtes vieilles ou mauvaises ou malades; enfin, il permet de traiter convenablement la viande jusqu'au moment où elle est transportée aux lieux de vente. Appréciant à leur juste valeur ces multiples avantages, la loi allemande a autorisé les différents gouvernements à défendre l'établissement des tueries particulières dans toutes les localités où existe un abattoir convenable. Il a été fait largement usage de cette autorisation. Dans les villes importantes, les abattoirs consistent en de grandes installations dans lesquelles on trouve des étables spéciales pour chaque espèce d'animaux, une étable pour le bétail malade ou suspect, et de grands locaux pour l'abattage. Un vétérinaire y inspecte chaque animal avant comme après l'abattage. De plus, à côté du local réservé aux porcs se trouve une chambre pour l'inspection de la viande au point de vue de la trichinose. Les viandes reconnues saines sont estampillées et peuvent ensuite être livrées au commerce.

Caves réfrigérantes.

La plupart des abattoirs possèdent une cave réfrigérante dans laquelle on remise la viande après l'avoir laissée exposée pendant quelque temps à l'air libre. Cette dernière pratique a pour but de soustraire de l'eau par évaporation à la couche superficielle de la viande, de façon à la rendre plus ferme et plus difficilement accessible aux microorganismes. La ventilation de ces caves s'opère au moyen d'air refroidi artificiellement et l'on arrive ainsi à conserver la viande fraîche pendant un mois entier; les fibres deviennent seulement plus tendres, ce qui du reste, constitue plutôt un avantage au point de vue de la préparation.

On ne doit pas perdre de vue que, si dans une ville

possédant un abattoir, on n'exerce pas en même temps un contrôle sévère sur les viandes venant du dehors, on sera exposé à y voir introduire par les habitants des petites communes voisines, des grandes quantités de viandes de qualité inférieure ou même mauvaises.

B. Œufs.

Les œufs d'esturgeon « caviar » sont habituellement consommés par trop petites quantités à la fois, pour devoir être considérés autrement que comme un condiment ou un excitant. L'œuf de poule renferme en moyenne 30 gr. de blanc et 16 gr. de jaune; celui-ci est formé, pour une moitié, d'eau, pour l'autre moitié, d'albumine et de graisse à parties égales ; le blanc est composé de 87 % d'eau et de 13 % d'albumine ; l'œuf entier contient donc environ 8 gr. d'albumine et 4 gr. de graisse correspondant ensemble à 40 gr. de viande grasse ou 180 centimètres cubes de lait. Les œufs sont facilement résorbables sous quelque forme qu'on les prenne; toutefois comme l'œuf cuit dur est de digestion difficile, il y a utilité à toujours le diviser finement.

C. Le lait.

a) Composition du lait.

Pendant la première période de la vie, et souvent aussi plus tard en temps de maladie, le lait constitue la nourriture exclusive de l'homme; pour maintes catégories de gens, il forme en outre la partie principale de la ration journalière. Le lait dont on fait le plus habituellement usage chez nous est le lait de vache. Sa composition varie avec la race, l'âge de la bête, sa nourriture, le moment de la traite : la traite du soir donne un lait plus riche que celle du matin; le lait qu'on obtient à la fin d'une traite est plus pauvre en albumine et en sucre que celui du début, mais il est par contre beaucoup plus riche en graisse.

Composition.

Le lait se forme par transformation des cellules des épithéléons glandulaires. Un lait moyen contient, d'après *König*, 3,4 % de caséine et d'albumine, 3,6 % de graisse, 4,8 % de sucre de lait, 0,7 % de sels; sa réaction est neutre. La graisse existe

dans le lait à l'état de petits globules maintenus en suspension ; lorsqu'on laisse reposer le lait, ces globules montent à la surface et vont former la crème. Après un repos plus prolongé, le sucre de lait se transforme en acide lactique sous l'influence du bacille de l'acide lactique ; lorsque cet acide s'est produit en quantité suffisante pour exister à l'état libre dans le lait après neutralisation de toutes les bases, la caséine se coagule et l'on a alors le lait caillé ou aigre. Cette coagulation de la caséine peut aussi être produite, en l'absence d'acidité, par l'addition de la présure extraite de l'estomac des veaux. Si le lait acide reste abandonné plus longtemps à l'air, il se produit à la longue, en même temps que la dissolution de la caséine, de la fermentation butyrique et plus tard la putréfaction complète.

Acidification et coagulation.

Il se résorbe dans l'intestin 90 % de l'albumine, 95 % de la graisse et 100 % du sucre contenus dans le lait ingéré. Le lait constitue un aliment d'un bon marché relatif (voir tableau, page 127). On peut en faire une nourriture revenant encore à meilleur compte en le dépouillant de son beurre par l'écrémage; le lait maigre ainsi obtenu est à la vérité pauvre en matières grasses, mais il reste un aliment riche en matières azotées et sucrées; le beurre enlevé peut, du reste, être remplacé dans l'alimentation par une autre graisse moins coûteuse. Le lait ne pourrait convenir comme nourriture exclusive pour l'homme adulte à cause du volume considérable sous lequel il devrait être pris.

Le lait considéré comme aliment.

b) Dangers pouvant provenir de l'usage du lait.

1. Acidification du lait. Le lait peut acquérir des propriétés qui le rendent nuisible pour la santé. C'est ainsi que le catarrhe gastro-intestinal des nouveau-nés reconnaît le plus souvent pour cause l'usage d'un lait devenu acide; parmi les adultes, il en est également un certain nombre qui ne peuvent supporter ce dernier. On connaît pour le moment 12 espèces de bactéries qui sont à même de causer l'acidification du lait; le plus commun de ces microorganismes est le bacille de l'acide lactique. La pénétration des bactéries dans le lait a lieu de différentes façons; déjà au moment de la traite, il peut en provenir des orifices des trayons, du pis

malpropre, des mains de la personne qui trait; d'autres proviennent des vases qui reçoivent le lait, des étamines, de l'air, etc. L'activité de leur multiplication étant en rapport avec l'élévation de la température, la coagulation par l'acide lactique est d'autant plus rapide que la chaleur extérieure est plus forte. C'est ainsi qu'elle se produit après 12 heures environ à la température de 37°, après 48 heures à 20°, après 60 h. à 15°, et après 100 h. à 10°; lorsque le lait a été bouilli, la coagulation a lieu quelques heures plus tôt. Toutefois l'acide lactique existe déjà dans le lait avant le moment de la coagulation, car celle-ci ne se produit que quand la proportion de cet acide, à l'état libre, atteint 0,2 %.

2. Poisons dans le lait. Outre les bactéries donnant lieu à la formation d'acide lactique, il s'en rencontre d'autres dans le lait qui secrètent des substances toxiques. A la vérité, on n'est pas arrivé jusqu'ici à cultiver ces bactéries; par contre, on a pu retirer du fromage et du lait une toxine d'une grande violence (tyrotoxicon). Quant à savoir si les saprophytes ordinaires que l'on rencontre dans le lait sont dépourvus d'action sur l'organisme, la question n'est pas encore actuellement élucidée. L'organisme de l'enfant réagit facilement sous l'influence d'un lait chargé de bactéries dont l'ingestion détermine souvent chez lui des vomissements et de la diarrhée; sans nul doute l'influence nuisible de l'acide lactique se fait ici sentir; mais on peut croire aussi que les désordres causés sont attribuables pour une part à un agent nocif spécial qui est produit par les saprophytes et qui est dangereux pour l'enfant. D'un autre côté les gros grumeaux de caséine qui se forment dans l'estomac des nouveau-nés nourris avec du lait de vache, peuvent déjà par eux-mêmes causer une irritation mécanique donnant lieu à des mouvements péristaltiques exagérés de l'organe. Il se peut, en outre, que, lors de la désagrégation de ces masses de caséine, les bactéries introduites avec le lait donnent naissance à des produits qui exagèrent à leur tour les mouvements du tube intestinal. Quoi qu'il en soit, il est certain que le catarrhe gastro-intestinal n'est pas à craindre ou du moins est rare, lorsque l'enfant est nourri avec un lait ne renfermant pas ou renfermant peu de microorganismes, et d'un autre côté, on sait que la suspension de

Tyrotoxicon.

Dyspepsie des nouveau-nés.

l'alimentation lactée constitue le plus sûr moyen d'enrayer cette affection lorsqu'elle est constatée.

Il existe quelques bactéries qui communiquent au lait des propriétés particulières; nous avons déjà parlé du bacille de l'acide lactique. Le lait présente parfois une coloration bleue due à la présence d'un bacille grêle qui produit la matière colorante aux dépens de la caséine. D'autres fois le lait est rouge, et sa coloration, en dehors des cas où il est mélangé de sang, lui vient alors du micrococcus prodigiosus, du bacillus lactis erythrogenes, etc. Il peut enfin être filant et visqueux par suite du développement de plusieurs sortes de bactéries et de coccus. Le lait ainsi modifié ne produit aucun trouble chez l'adulte, ou du moins n'en produit que d'insignifiants; il n'empêche qu'on ne doive chaque fois le rejeter à cause de son aspect peu appétissant. Modifications spécifiques du lait

Bactéries pathogènes dans le lait. Le lait peut contenir des germes infectieux, dont les uns lui viennent de l'animal lui-même, tandis qu'il reçoit les autres accidentellement et leur sert simplement de véhicule.

Parmi les premiers se rangent les bacilles de la tuberculose. On avait pensé que les vaches ne pouvaient fournir un lait infecté que pour autant que le pis fût lui-même le siége de lésions tuberculeuses. Des recherches ont prouvé que les bacilles peuvent se trouver dans le lait alors qu'il n'existe dans la glande mammaire aucun tubercule macroscopiquement appréciable. *Hirschberger* trouva le lait contaminé chez 33 % des animaux atteints de tuberculose pulmonaire sans participation appréciable de la glande mammaire. Plus le degré de la maladie est avancé, plus le danger d'infection est considérable. Les bacilles du charbon peuvent, à coup sûr, pénétrer également dans le lait; toutefois comme la sécrétion lactée se suspend très tôt chez les bêtes charbonneuses, le danger de l'infection est par là même beaucoup amoindri. Le virus de la rage pourrait aussi passer dans le lait si on s'en rapporte aux expériences prétendûment concluantes de certains auteurs; il reste douteux pourtant que la rage ait jamais pu se transmettre par cette voie. On a parfois observé l'apparition d'une éruption vésiculeuse dans la bouche et aux Tuberculose. Charbon. Rage.

lèvres après l'ingestion d'un lait provenant d'animaux atteints de stomatite aphteuse ; par contre on ne connaît pas de cas de transmission évidente, par le lait, de la septicémie.

Stomatite aphteuse.

Typhus.

Parmi les maladies dont la cause peut être rapportée à l'usage d'un lait infecté accidentellement, il faut compter en première ligne le typhus abdominal. Le bacille de cette affection peut continuer à se multiplier dans le lait alors que celui-ci présente déjà un certain degré d'acidité, et d'autre part il continue à vivre quelque temps dans le lait franchement acide. L'introduction accidentelle du bacille dans ce liquide peut se faire par les mains souillées de ceux qui soignent des malades, ou par de l'eau contaminée servant soit à étendre le lait intentionnellement, soit à laver les récipients.

Rien qu'en Angleterre, on a attribué à l'usage du lait la propagation de la fièvre typhoïde, dans plus de cinquante épidémies de cette affection. De même en Allemagne, en Suisse, etc., on a noté des faits de transmission semblables ; plus d'un de ces faits résiste à une critique même sévère, et l'on est autorisé à admettre avec assez de certitude que quelques-unes des épidémies signalées reconnaissaient réellement pour cause l'usage d'un lait provenant de maisons où se trouvaient des malades atteints du typhus. Les vibrions du choléra se multiplient activement dans un lait alcalin ou neutre, mais, par contre, meurent rapidement dans un lait acide ; il y a donc possibilité pour le choléra de se propager également par cette voie ; on a, du reste, observé à Calcutta une épidémie, sévissant sur un navire, qui avait pris naissance par suite de l'usage d'un lait contaminé. Il n'est pas impossible que la diphtérie ne puisse également être propagée de cette façon ; jusqu'à présent toutefois on ne connaît aucun cas suffisamment établi d'une pareille transmission. Enfin, il y a lieu d'admettre que le germe de la scarlatine a pu de ci de là être transporté par le lait. Comme nous ne connaissons pas le germe de cette affection, la preuve de sa transmission ne peut être fournie que par l'observation des épidémies.

Choléra.

Diphtérie.

Scarlatine.

c) Protection contre les dangers provenant de l'usage du lait.

Pour nous mettre à l'abri de ces dangers il faut :

1) Une surveillance exercée par un vétérinaire sur les animaux qui fournissent le lait. Les bêtes atteintes de tuberculose ou soupçonnées de l'être, seront éliminées. Le lait des animaux fiévreux, ou malades du pis, devra être détruit. Quant au lait provenant des vaches atteintes du charbon, de la rage ou de la stomatite aphteuse, nous avons déjà vu que la vente en est interdite par la loi sur les épizooties.

2) La surveillance par la police des laiteries et du commerce du lait. Alors que, dans certaines villes, la police surveille, et non sans raison, les pompes à pression pour la bière, c'est à peine si elle porte son attention sur le commerce du lait en détail. On sait pourtant combien il serait nécessaire d'exercer un contrôle sérieux sur les dépôts des laiteries, sur les récipients, les mesures, et en général sur la propreté de tout objet servant au commerce en question. Tout vase destiné à contenir du lait devrait toujours être récuré soigneusement et désinfecté par l'ébullition ou la chaleur. Les étamines sont à rejeter complètement ; d'un autre côté, il convient que les mains, le pis, les siéges à traire soient chaque fois lavés avec soin au moyen d'eau savonneuse chaude. Le lait qui vient d'être trait sera immédiatement transporté dans un endroit frais. Lorsque le médecin aura fait la déclaration de l'existence d'une maladie infectieuse chez un laitier, la police sanitaire aura à s'assurer que le lait est à l'abri de toute infection.

3) Un contrôle du lait qui est mis en vente. Ce qui importe surtout pour ce contrôle, c'est la constatation du degré de décomposition du lait. Malheureusement il n'existe actuellement aucune méthode à la fois rapide et sûre pouvant servir à une pareille recherche.

Constatation du degré de décomposition du lait.

L'examen bactériologique se montre ici jusqu'à un certain point insuffisant, car, avant que le résultat ne puisse en être connu, le bon lait, comme le lait suspect, a eu tout le temps de se gâter, c'est-à-dire de devenir acide. La méthode peut donc tout ou plus servir à faire après coup la constatation d'un grand nombre de bactéries ; elle permet aussi de s'assurer de la nature de ces bactéries.

Examen bactériologique.

Détermination de la quantité d'acide.

La détermination de la quantité d'acide contenu dans le lait donne de meilleurs résultats. Pour la pratiquer, on prend 25 c.c. de lait qu'on mélange avec un centimètre cube d'une solution alcoolique à 2 % de phtaléine du phénol, puis qu'on titre, jusqu'à production d'une faible coloration rouge, au moyen d'une solution d'hydrate de baryte dont 1 c.c. correspond à 5 milligr. de SO^3. Lorsque le lait est frais, il faut, pour produire cette coloration, l'addition d'environ 17 c.c. de la solution de baryte. La quantité d'acide ainsi constatée reste constante pendant environ 48 heures si la température est de 10° C., pendant 20 h. si elle est de 15°, et pendant 5 h. si elle est de 37° (tempér. d'incubation). Tout lait qui, après un séjour d'une heure dans l'étuve à incubation, accuse par ce procédé une plus grande proportion d'acide, doit être déclaré impropre à l'alimentation de l'enfant, car, avec les procédés ordinaires de conservation, il ne peut tarder à contenir de l'acide libre et des millions de bactéries par centimètre cube.

Falsifications du lait.

Falsifications du lait. Les méthodes qui servent à les faire reconnaître sont suffisamment perfectionnées. Ces falsifications consistent principalement dans :

1) l'écrémage du lait, vendu ensuite pour du lait complet ;

2) l'addition d'eau au lait, pour le vendre comme lait complet ;

3) l'écrémage et l'addition d'eau combinés ;

4) le mélange de lait naturel et de lait écrémé, ce demi-lait étant ensuite vendu comme lait complet ;

5) additions de substances destinées à conserver le lait : carbonate et bicarbonate de soude, borax, acide salicylique.

Ces falsifications sont du ressort de l'hygiène, car il n'est pas indifférent que les enfants et les malades reçoivent un lait de qualité inférieure à la place du lait entier qui leur est nécessaire. La preuve de la falsification est faite, au laboratoire, par le dosage des quantités de graisse, de sucre et d'albuminoïdes contenues dans le lait examiné, et la comparaison des chiffres trouvés avec ceux que donne l'analyse d'un lait d'épreuve obtenu en mélangeant les laits de toutes les vaches d'une même étable (Stallprobe). Le dosage de la graisse se fait par la méthode d'analyse quantitative de *Soxhlet* (lait traité par l'éther dans un appareil spécial), celui des albuminoïdes et du sucre par la

Analyse.

méthode de *Ritthausen* (traitement du lait par le sulfate de cuivre et évaluation du précipité). Comme on le conçoit, de pareilles recherches demandent beaucoup de temps lorsqu'on veut les faire avec toute l'exactitude voulue.

Pour la pratique il est donc nécessaire d'avoir à sa disposition une méthode d'expertise qui donne provisoirement, et déjà même en partie sur le marché (Marktprobe), la preuve de la falsification du lait. Cette preuve peut être fournie par la détermination du poids spécifique et du contenu en beurre. Epreuve de marché.

Pour la détermination du poids spécifique on se sert d'un aréomètre appelé lactodensimètre; le plus employé est celui de *Quevenne-Müller*. Le poids spécifique du lait normal oscille entre 1029 et 1034 (c'est-à-dire entre les degrés 29 et 34 de l'appareil); l'écrémage du lait a pour effet de le rendre plus pesant, en lui enlevant la graisse qui est moins dense que le plasma : à 15° C., le poids spécifique du lait écrémé varie entre Lactodensimètre ou pèse-lait.

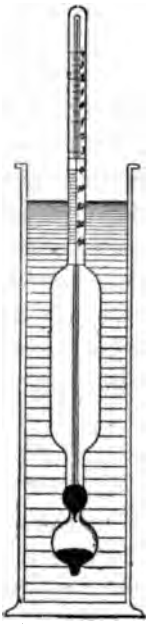


Fig. 35. Pèse-lait.

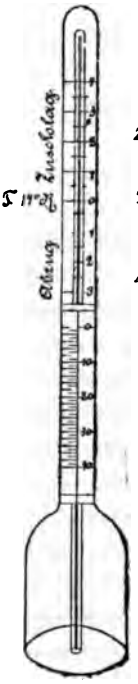


Fig. 36. Partie supérieure.

Zuschag : Addition.

T. 14°R : t° 14 Réaumur.

Abzug : Soustraction.

1033 et 1038. Mais la température influe sur la densité du lait : Pour épargner à la police des marchés les calculs nécessités par les changements de température, on a introduit un thermomètre

dans l'appareil, ainsi que le montrent les *Fig. 35 et 36*. Ce thermomètre ne porte pas d'échelle de températures, mais indique de suite le nombre de divisions (degrés) qui doivent être ajoutées ou soustraites de celles qui se lisent sur l'échelle principale.

L'addition d'eau rend le lait plus léger. Par l'écrémage et l'addition d'eau combinés on peut ramener le poids spécifique à son chiffre initial. Le dosage du beurre fera reconnaître immédiatement cette double adultération.

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la richesse du lait en beurre. Celles qui sont basées sur l'examen optique du lait sont toutes incertaines; la plus pratique est encore celle de

Lactoscope. *Feser :* dans un vase en verre, on verse 4 c.c. de lait, puis on ajoute de l'eau jusqu'à ce que les traits noirs qui sont marqués sur une petite tige de verre centrale deviennent visibles. On lit ensuite directement sur l'appareil combien de beurre contient le lait et de combien celui-ci a été étendu d'eau.

Pour le cas, pourtant le plus fréquent, de l'addition au lait d'une petite quantité d'eau, le lactoscope de *Feser* ne donne pas des indications suffisamment précises pour dévoiler la falsification.

Crémomètre.

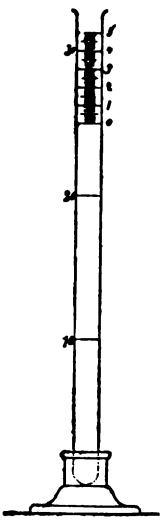


Fig. 37. Lacto-butyromètre de *Marchand-Tollens.*

Le crémomètre consiste en une éprouvette graduée d'un diamètre intérieur d'au moins 6 centimètres, dans laquelle on laisse reposer le lait pendant 24 à 36 heures; la crème se sépare et gagne la partie supérieure du liquide où elle forme une couche occupant 10 à 14 des 100 divisions de l'échelle de graduation. Ce mode de dosage est encore incertain, car les globules graisseux ne remontent pas toujours avec la même rapidité ni en même abondance à la surface du lait. On obtient de meilleurs résultats avec le lacto-butyromètre de *Marchand-Tollens (Fig. 37)* : dans un tube de verre gradué, on verse 10 c.c. de lait et autant d'éther et on agite le mélange; la graisse se dissout dans l'éther; on ajoute alors 10 c.c. d'alcool et l'on chauffe dans un bain-marie à 40°; la graisse dissoute se sépare et remonte à la partie supérieure. Connaissant ainsi le nombre de c.c. de

graisse remontée, on calcule facilement au moyen d'une table spéciale la quantité pour cent en beurre que contient le lait.

La soude et le bicarbonate de soude que l'on ajoute au lait pour le conserver, se combinent avec l'acide lactique formé par les bactéries. Ces substances empêchent donc la coagulation, mais en revanche elles favorisent la décomposition du sucre et la multiplication des bactéries; elles sont donc à rejeter. Par une cuisson prolongée pendant 1 à 2 heures, les combinaisons sodiques donnent au lait une couleur variant du jaune au brun.

L'acide salicylique arrête le développement des microorganismes; mais l'introduction journalière de quantités même minimes de cet acide dans l'organisme de l'homme et surtout dans celui de l'enfant, peut produire une action nocive. Pour déceler la présence de ce corps, on verse de l'acide sulfurique dans le lait à examiner; la caséine et la graisse se précipitent; on filtre, puis on agite le liquide ainsi obtenu avec de l'éther; on décante alors l'éther qui s'est chargé de l'acide salicylique, on l'évapore et on traite le résidu par le perchlorure de fer; la production d'une coloration violette indiquera la présence de l'acide salicylique. L'addition au lait, de craie, d'amidon, etc., peut toujours être reconnue à l'aide du microscope.

4. La stérilisation du lait. Le plus sûr moyen de se prémunir contre les infections et intoxications bactériennes, c'est de ne consommer que du lait auquel on a fait subir l'action de la chaleur dans le but de détruire les bactéries qu'il renferme.

Lorsqu'on chauffe le lait pendant une demi-heure à la température de 75° (de préférence dans l'appareil de *Bitter-Seidensticker* composé d'un réservoir, d'un serpentin et d'un agitateur), puis qu'on le laisse s'écouler à travers un refroidisseur stérilisé dans des bouteilles également stérilisées et placées dans un endroit frais, on réalise ce qu'on a appelé la « pasteurisation » du lait : les bacilles pathogènes et la plupart des ferments qu'il contient sont frappés de mort, la multiplication des bactéries qui survivent est empêchée. Un lait ainsi pasteurisé ne saurait occasionner de maladies infectieuses, et il peut en outre être conservé, mais seulement pendant un temps limité; son odeur et son goût ne diffèrent pas de ceux du lait frais. Pasteurisation.

Stérilisation.

La stérilisation du lait, c'est-à-dire la destruction de toutes les bactéries qu'il renferme, ne s'obtient qu'en soumettant ce liquide pendant plusieurs heures à l'action d'une température de 100°. A cet effet, on remplit de lait, un certain nombre de flacons ayant la capacité requise, on les chauffe d'abord pendant 15 minutes à 100°, puis on les bouche, et on les soumet à nouveau à l'action de la chaleur. Il existe maintenant des industries laitières qui pratiquent cette stérilisation en grand.

Appareil de *Soxhlet*.

Pour l'usage des familles et particulièrement pour l'alimentation des enfants, on se trouve surtout bien de l'appareil imaginé par *Soxhlet (Fig. 38)*. Il se compose d'un récipient en

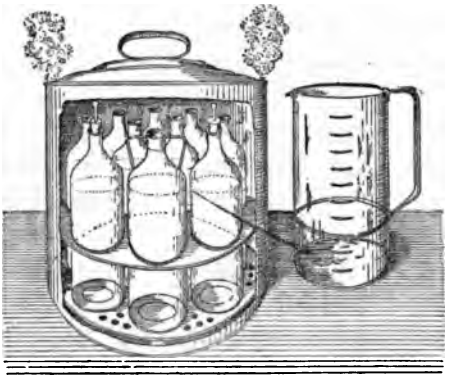


Fig. 38. Appareil de *Soxhlet*; à côté est un vase gradué pour le lait.
Les flacons reposent sur le fond supérieur percé de trous. La vapeur peut s'échapper, le couvercle ne fermant pas hermétiquement.

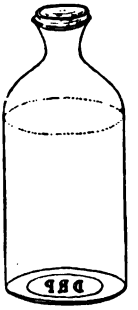


Fig. 39. Flacon de *Soxhlet* muni de sa fermeture en caoutchouc.

fer blanc, muni d'un double fond percé d'ouvertures, sur lequel on installe les flacons qui contiennent le lait additionné d'eau suivant les besoins, et qui sont fermés au moyen d'un petit disque en caoutchouc. L'appareil est rempli d'eau jusqu'au-dessus du double fond, puis fermé avec le couvercle; on le place ensuite sur le feu et on laisse bouillir. L'air étant chassé des flacons pendant l'ébullition, lorsque l'on retire ceux-ci pour les laisser refroidir, la pression atmosphérique fixe les petits disques sur les goulots en les déprimant à leur centre (*).

(*) Le disque est d'autant plus fortement appliqué que le vide a été mieux fait; aussi cette dépression du disque en caoutchouc est-elle une garantie précieuse de la réussite de l'opération. Dans les premiers appareils de *Soxhlet*, que l'on rencontre encore parfois dans le commerce, l'obturation des vases était faite avec un bouchon en caoutchouc percé d'une ouverture centrale; quand la stérilisation était terminée, on enfonçait dans cet orifice un cylindre de verre préalablement passé à l'eau bouillante (N. des T.).

Lorsque le lait a été chauffé pendant plusieurs heures dans cet appareil, il est susceptible d'être conservé indéfiniment; mais sa couleur et son goût sont alors altérés et en outre, les globules graisseux se sont fusionnés en petits amas, ce qui fait que le lait ainsi traité a perdu de sa digestibilité. Du reste, dans la plupart des cas, on peut se contenter de rendre le lait inaltérable pour 24 à 48 heures seulement. Pour les circonstances ordinaires, il y a donc avantage à ne pas réaliser la stérilisation complète, et à s'efforcer seulement de prolonger la durée de conservation. Pour ce faire on se contente d'une ébullition d'une demi-heure, puis on refroidit brusquement le lait et on le garde dans un endroit frais.

Lorsque la question du bon marché prime toute autre considération, on peut réaliser soi-même un appareil en prenant une marmite ordinaire en fer blanc dans le fond de laquelle on dispose un gril; sur celui-ci on place un pot en fer émaillé muni d'un couvercle et d'un bec et contenant la quantité de lait nécessaire à la nourriture d'un jour *(Fig. 40)*. Le pot contenant le lait stérilisé est conservé dans un endroit frais et à l'abri de toute poussière; on y va puiser, en versant directement dans le biberon, la quantité de lait nécessaire à chaque repas de l'enfant. Plus le lait à stériliser est frais, moins il contient de germes, et plus on arrive à pouvoir le conserver longtemps. Un lait qui a été trait depuis plus de 5 heures, ne devrait en règle générale plus être employé à la nourriture de l'enfant. Il est presque superflu d'ajouter que les vases dans lesquels on consomme le lait, tels que les biberons des enfants, les tétines, etc., doivent toujours être nettoyés avec le plus grand soin au moyen d'eau bouillante.

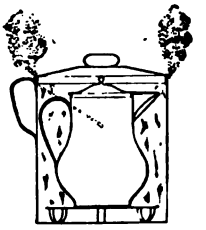


Fig. 40. Appareil pour stériliser la ration journalière de lait pour un enfant.

Pot.

Le « lait condensé » tient la première place parmi ce qu'on a appelé les conserves de lait. Il est obtenu par évaporation du lait dans le vide et addition de sucre. Le lait peut être ainsi réduit à moins du quart de son volume primitif. Les autres conserves, autrefois fort usitées (lait de *Scherf*, etc.), ont aujourd'hui beaucoup perdu de leur valeur, grâce à l'usage de plus en plus répandu du lait stérilisé.

Conserves de lait.

D. Le beurre et le beurre artificiel.

Le beurre se forme par agglomération de la graisse contenue dans le lait. Pour l'obtenir, ou bien on laisse reposer le lait dans un endroit frais, ce qui donne lieu à la séparation de la crème, qui remonte à la surface dans la proportion de 83 % environ, ou bien on verse le lait dans des machines centrifuges *(Fig. 41)* qui peuvent faire jusqu'à 3000 tours à la minute ; dans ces machines le lait écrémé, en vertu de sa densité plus grande, est lancé à la périphérie, tandis que la graisse, plus légère, reste près de l'axe de rotation ; deux tuyaux recueillent, pour les écouler au dehors, le lait écrémé et la crème ainsi séparés. Le lait écrémé obtenu de la sorte ne contient plus qu'environ 0,5 % de graisse. Lorsqu'on travaille la crème immédiatement après sa sortie de l'appareil, on obtient le beurre doux de crème. Pour avoir le beurre ordinaire on attend que la fermentation lactique se soit développée.

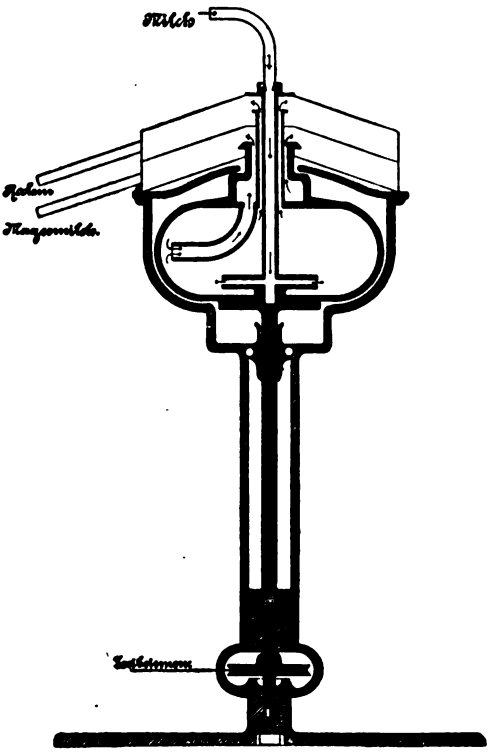


Fig. 41. Turbine de *de Laval*.
Milch : lait ; *Rahm :* crème ; *Magermilch :* lait écrémé ; *Treibriemen :* courroie sans fin.

Le beurre contient : 12 % d'eau, 87 % de graisse, 0,5 % de caséine, 0,5 % de sucre de lait et de sels.

Pendant le pétrissage, il se mélange facilement au beurre une assez grande quantité d'eau et de lait ; mais outre que le

beurre est alors de qualité inférieure, il est exposé à se rancir, c'est-à-dire qu'il s'y forme facilement et en abondance des acides gras libres à odeur et à goût désagréables.

Pour constater la richesse du beurre en graisse, on en prend une certaine quantité qu'on pèse avec soin, et qu'on fait dissoudre dans l'éther; on pèse ensuite la partie non dissoute. On obtient des résultats moins précis, mais assez concluants pour la plupart des cas, en chauffant le beurre tout en l'agitant, et en évaluant la quantité d'eau qui s'évapore et celle de l'eau qui se dépose au fond du vase avec les sels, la caséine, etc. Le mélange avec des graisses étrangères se reconnaît à la proportion plus forte d'acides gras élevés. La coloration que l'on communique au beurre avec le rocou est sans action sur la santé. Dosage de la graisse.

Alors que par crainte de la tuberculose on évite généralement de faire usage de lait non cuit, on se montre malheureusement beaucoup moins défiant à l'égard du beurre. Dans les machines centrifuges, les bacilles de la tuberculose, en vertu de leur poids spécifique plus élevé, gagnent la périphérie avec le lait écrémé, ce qui diminue dans une certaine mesure le danger d'infection par le beurre. Ce danger ne peut toutefois être annihilé complètement qu'en portant au préalable le lait à la température de 75°, ainsi que le recommandait déjà autrefois *Becker* pour la préparation du beurre, et ainsi que *Bitter* l'a préconisé à nouveau dans ces derniers temps.

Le lait battu ou babeurre a une composition analogue à celle du lait écrémé; il contient toutefois un peu moins (jusqu'à 3 %) de caséine, qui y surnage souvent sous forme de flocons. Chacun de ces dérivés du lait constitue encore un aliment d'une certaine valeur. En raison de son acidité assez marquée, le lait battu n'est pas également bien supporté par tout le monde; il a en outre une action légèrement laxative. Lait battu.

Le prix élevé du beurre avait déjà déterminé Napoléon Ier à autoriser les essais de fabrication de beurre artificiel. De nos jours, cette substance est préparée avec du suif fondu à basse température qu'on fait digérer à 45° avec l'estomac du mouton, de la potasse et de l'eau. La graisse claire qui s'écoule est exposée à la température de la chambre, puis en la pressant on en sépare la stéarine. La graisse liquide restante se prend sous forme de beurre, on la mélange d'un peu de lait de vache Beurre artificiel.

ainsi que de particules solubles et finement pulvérisées du pis de vache, et l'on obtient ainsi le beurre artificiel encore appelé « margarine ». Ce produit se digère bien et peut être employé à la préparation des aliments; son prix est de moitié moins élevé que celui du beurre. Comme sa préparation a lieu à basse température, on doit apporter tous ses soins à n'y faire servir que des matériaux appétissants et non suspects d'infection. En Allemagne une ordonnance impériale du 12 juillet 1887 défend d'ajouter, à 100 parties de graisse ayant une provenance autre que le lait, plus de beurre naturel que ne peuvent en contenir 100 parties de lait ou 10 parties de crème; elle prescrit en outre de ne vendre le beurre artificiel que comme tel.

E. Les fromages.

Différentes espèces.

Les fromages sont constitués par la caséine qui a été retirée du lait et qui a subi certaines modifications par suite d'un traitement méthodique ultérieur. Lorsqu'on précipite la caséine du lait frais au moyen de la présure, on obtient le fromage de lait doux; lorsqu'on la laisse se coaguler spontanément, on a le fromage de lait acide. Le fromage maigre est celui qu'on prépare avec le lait écrémé (fromage ordinaire, parmesan), le fromage gras, celui qu'on obtient avec le lait entier (fromages de Limbourg, d'Edam), et enfin le fromage très gras ou de crème, celui qu'on fabrique avec du lait entier additionné de crème (Neufchatel, Brie). La richesse moyenne des fromages en albumine et en graisse est la suivante :

	Albumine.	Graisse
Fromages maigres	32,0	10 %
Fromages gras	25,0	30 »
Fromages de crème	20,0	40 »

On admet que la maturation des fromages consiste en une modification de la caséine qui donne lieu à la formation d'acides gras volatils, d'ammoniaque, etc.; elle ne s'accompagne pas d'une transformation de l'albumine en graisse, ainsi qu'on le croyait autrefois. Le fromage constitue un aliment d'un prix relativement peu élevé, étant donnée la grande quantité d'albumine et de graisse qu'il renferme; il convient donc tout spécialement pour l'alimentation du peuple.

Certaines espèces de fromages sont d'une digestion laborieuse et peuvent occasionner de la gêne ou de la lourdeur à l'estomac, quoiqu'elles finissent néanmoins par être complètement digérées. La graisse et l'albumine du fromage sont absorbées dans la proportion de 90 %, le sucre de lait l'est entièrement. Les empoisonnements par le fromage que l'on a parfois l'occasion d'observer, sont vraisemblablement attribuables à l'action d'une toxine bactérienne. Les bactéries saprophytes que l'on rencontre en abondance dans les fromages ne communiquent à ceux-ci aucune propriété nuisible.

Aliments de provenance végétale.

F. Le pain.

Le pain se prépare avec la farine des céréales et principalement avec celle du froment et du seigle. La farine renferme environ 14 % d'eau, 2 % de graisse, 12 % d'albumine, 67 % d'amidon, 3 % de cellulose et 2 % de cendres. L'albumine occupe dans la graine les cellules à parois épaisses de la couche de gluten qui se trouve située immédiatement en dessous de l'enveloppe corticale; l'amidon, renfermé dans des cellules à parois minces, forme la plus grande partie de l'intérieur du grain; dans l'embryon se trouve de l'albumine séminale et de la graisse *(Fig. 42)*. Le seigle ergoté (sclerotium du claviceps purpurea), que l'on trouvait souvent autrefois mêlé en forte proportion à la farine, en est aujourd'hui retiré avant la mouture pour être utilisé, ou bien est presque totalement expulsé par les appareils perfectionnés des meuneries modernes. L'ergotisme convulsif ou raphanie ne saurait donc plus guère être observé de nos jours. Les semences d'ivraie, de nielle, de fromentelle, de rhinanthus, etc. peuvent également être extraites à l'aide de bonnes machines à nettoyer le grain. Dans les régions du nord et de l'ouest de l'Allemagne, où l'on fait usage d'un

Farine.

Impuretés.

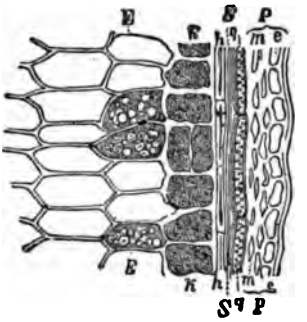


Fig. 42. Coupe transversale d'un grain (d'après *Vogel*). P. est l'enveloppe corticale du grain avec sa couche externe *e*, sa couche moyenne *m*, une couche de cellules transversales *q*; S est la tunique séminale; *h* une couche de cellules vides; *k* les cellules de gluten; E cellules de l'endosperme avec les grains d'amidon.

pain préparé avec du blé grossièrement moulu, et contenant souvent la nielle en abondance, on n'a pas constaté jusqu'à présent que cette graine ait donné lieu à des accidents d'aucune sorte. Les semences des rhinanthacées ont la propriété de communiquer au pain une coloration bleue. La farine de blé est souvent falsifiée par le mélange d'autres farines d'un prix moins élevé; l'examen microscopique des grains d'amidon suffit à les faire reconnaître. Nous reproduisons dans les *Fig. 43-47* la forme des principales sortes d'amidons. Lorsque la farine reste exposée à la chaleur humide, le gluten se modifie, perd de son pouvoir agglutinatif; la farine devient alors impropre à la panification.

Falsification.

Fig. 43. Fécule de pomme de terre. Elle est caractérisée par la forme en valve de ses grains et la disposition des couches.

Fig. 44.
Amidon de seigle.

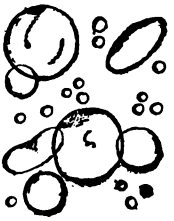


Fig. 45.
Amidon de froment.

Les amidons du froment et du seigle sont très ressemblants. Les grains d'amidon de seigle qui ont pris tout leur développement, sont un peu plus grands, et de plus, ils présentent souvent un hile bien reconnaissable, qui est linéaire ou triangulaire ou en forme de croix.

Fig. 46. Amidon du riz. Il présente un certain nombre de gros grains allongés, qui sont formés par la réunion de nombreux petits grains de forme polygonale, à arêtes tranchantes, et pourvus d'une vacuole à leur centre.

Fig. 47. Amidon de l'avoine. Il est semblable à l'amidon du riz; néanmoins les gros grains agglomérés sont un peu moins grands que ceux du riz, et les petits qui les forment sont eux-mêmes plus ronds et sans vacuole.

Pain.

Pour faire le pain, on ajoute à 100 parties de farine, 75 parties d'eau, un peu de sel, de la levure, ou du levain qui

n'est autre qu'un fragment de vieille pâte fermentée, et l'on travaille le tout en une pâte uniforme qu'on laisse ensuite reposer pendant quelque temps à une température de 25° à 30°. A cette température, le ferment diastasique contenu dans la farine transforme une partie de l'amidon en dextrine et en maltose; celle-ci, sous l'action de la levure, donne naissance à de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'acide butyrique, etc. L'acide carbonique reste emprisonné sous forme de petites bulles dans l'intérieur de la pâte, rendue agglutinante par son contenu en gluten.

Si la pâte est alors portée dans un four chauffé à environ 200°, l'acide carbonique, mélangé de vapeur d'alcool et d'eau, se dilate et creuse dans la pâte des trous de différentes dimensions; le pain devient poreux et est ainsi rendu plus facilement accessible aux sucs digestifs. En outre des cellules spéciales de la levure, on trouve encore dans celle-ci, ainsi que dans le levain, de nombreuses bactéries, telles que par exemple celles qui donnent naissance aux fermentations acétique et butyrique; ces fermentations communiquent à certaines espèces de pains une réaction acide qui a pour effet d'exagérer les mouvements péristaltiques du tube intestinal. On est parvenu à faire lever la pâte sans levure, en y incorporant du carbonate d'ammoniaque, ou du bicarbonate de soude avec de l'acide chlorhydrique, ou en y introduisant directement de l'acide carbonique. Les essais tentés dans ce sens ne se sont guère généralisés. Il n'est du reste nullement nécessaire, au point de vue hygiénique, de recourir à ce mode de préparation du pain, car on peut parfaitement se procurer une levure pure de tout germe, et du reste on sait que la cuisson tue tous les micro-organismes qui pourraient se trouver dans la pâte.

Son dans le pain.

Moins il entre de son dans la composition du pain, plus celui-ci reste blanc et moins il contient d'albumine. Lorsque le son qu'on a laissé dans le pain a été moulu très fin et qu'ainsi les cellules de la couche de gluten ont été partiellement ouvertes, une notable proportion de ce dernier est résorbée; il est vrai que le son exagère les mouvements péristaltiques de l'intestin, et que par suite la quantité de pain qui est résorbée s'en trouve diminuée. Voici quelques chiffres indiquant les proportions de matières contenues dans les différentes sortes de pain :

	Eau	Albumine	Graisse	Amidon	Cellulose	Cendres
Pain de froment	47,5	6,8	0,8	43,3	0,4	1,2
Pain de froment grossier	41,0	6,2	0,2	50,8	0,6	1,1
Pain de seigle	44,6	6,0	0,5	47,8	0,3	1,3
Pain noir de Westphalie (pumpernickel)	43,4	7,6	1,5	45,1	0,9	1,4

Rubner a établi que les pertes par suite de non résorption dans les voies digestives, ou autrement dit les déchets, comportent en pour cent :

	En substance sèche	Albumine	Hydrocarb. sans cellulose	Cendres
pour le pain de farine très fine (ne renferm. que 30 % du grain)	4,0	20	1,0	14,3
Pour le pain de farine moyenne (renfermant 70 % du grain)	6,7	24,6	2,36	30,3
Pour le pain de grain entier (renfermant 95 % du grain)	19,2	30,5	5,70	45,0

Par ce tableau, on peut voir que plus le grain est complètement utilisé pour faire la farine, et plus le pain qui en provient laisse de déchets.

Les autres aliments préparés avec la farine, tels que les nouilles, macaroni, etc., sont résorbés aussi bien que le pain. Le pain qui est pâteux, c'est-à-dire qui manque de porosité, est toujours de digestion difficile.

Addition de sels minéraux. La farine, dont le gluten a perdu de son pouvoir agglutinant, peut être à nouveau rendue bonne pour la panification par le mélange avec du sulfate de cuivre, du sulfate de zinc, de l'alun, ou de l'eau de chaux; mais l'addition de ces sels minéraux ne doit pas être tolérée, car les deux premiers sont de véritables poisons et les deux autres sont des astringents dont l'usage peut n'être pas indifférent pour la santé. Rappelons ici que les couleurs toxiques (p. 125) ne peuvent pas être employées à la préparation des pâtes, des condiments, des confiseries, etc.

Le rôle que jouent chez nous le froment et le seigle dans l'alimentation, le riz et le maïs le remplissent dans d'autres pays. Ces dernières semences sont pourtant moins propres à la panification, à cause de leur faible contenu en gluten. Le maïs est surtout consommé sous forme de bouillie (polenta).

Dans quelques régions du sud de l'Europe centrale, et particulièrement dans le nord de l'Italie, on observe fréquemment à la suite de l'usage de maïs peu mûr ou altéré, une maladie spéciale, la pellagre, qui débute par de la fièvre, des troubles de la digestion, des inflammations erythémateuses de la peau, et se caractérise dans la suite par des symptômes nerveux de nature paralytique ou psychique, se terminant par la mort après plusieurs années. La cause véritable de la pellagre est encore inconnue.

G. Les légumineuses.

Les graines de légumineuses renferment, pour 100 parties, 14,5 parties d'eau, 22,5 d'albumine, 1,7 de graisse, 53,2 d'hydrocarbures, 5,5 de cellulose, et 2,6 de cendres. La *Fig. 48* ci-jointe (d'après *Sachs*) montre la disposition dans les cellules des fins grains de légumine et des grains beaucoup plus gros d'amidon. Les gousses épaisses qui renferment les graines et qui sont surtout formées de cellulose, ne possèdent aucune valeur nutritive, et donnent même lieu à des effets nuisibles en produisant par irritation l'exagération des mouvements péristaltiques de l'intestin; il est donc préférable de les rejeter (pois à cosses). Pendant la cuisson, les graines de légumineuses se chargent d'une assez forte proportion d'eau; c'est ainsi que la soupe aux pois contient seulement 10 à 20 %, et la purée 20 à 30 % de substances fixes, au lieu des 85 % que renferment les pois secs en nature. Il faut évidemment tenir compte de ce fait, lorsqu'il s'agit d'apprécier la valeur nutritive de ces sortes d'aliments. La légumine est résorbable dans les mêmes proportions que le gluten; les déchets pour cette substance s'élèvent à 17 %; les hydrocarbonés sont résorbés presqu'entièrement, ne donnant que 3,6 % de déchet.

Fig. 48.

Les lentilles sont parmi les légumineuses celles qui sont le moins utilisées dans le tube digestif, et cela pour la raison que leur enveloppe très résistante n'est pas toujours suffisamment ouverte pour la cuisson et les différents actes digestifs.

Comme les légumineuses, les pois, par exemple, sont très riches en albumine et en hydrates de carbone, il suffit de les additionner de graisse pour en faire une nourriture d'excellente qualité; aussi forment-elles, associées au lard et à la viande de porc salée, un aliment qui durant toute l'année est consommé par des milliers de marins jusqu'à 3 fois, souvent même 6 et 7 fois par semaine, et qui, à bord, est préféré par eux à toute autre nourriture.

Si ces graines ne jouissent pas de la même faveur sur le continent, cela tient uniquement à la facilité avec laquelle on peut s'y procurer l'albumine et les hydrocarbures sous d'autres formes plus agréables; envisagées comme aliment de réserve, elles constituent dans tous les cas une nourriture de toute première qualité.

Les saucissons aux pois (*) sont préparés avec un mélange de pois cuits et de graisse; on les mange après les avoir fait séjourner quelques minutes dans l'eau bouillante. Ils constituent un aliment complet, qui peut rendre surtout des services dans certaines circonstances particulières, par exemple en temps de guerre; mais ils occasionnent au bout de peu de temps de la répugnance, et deviennent facilement rances.

Les graines de légumineuses ne sont l'objet d'aucune sorte de falsifications; elles se conservent bien, et c'est tout au plus si, sous l'action de l'humidité, elles s'altèrent parfois en prenant un goût de moisi. A différentes reprises déjà on a observé des épidémies localisées d'ictère qu'on a cru devoir rattacher à l'usage de pois ainsi altérés.

H. Les légumes.

On les divise en légumes à racines, en légumes à gousses, et en légumes à feuilles. Le plus important d'entre eux tous est la pomme de terre.

(*) Sorte de conserve fort répandue en Allemagne, où elle a surtout été utilisée pendant la guerre de 1870 (N. des T.).

La pomme de terre renferme 75,5 parties d'eau et 24,5 de matières fixes se répartissant en 2,0 parties de corps azotés (la moitié est de l'albumine, l'autre moitié est constituée par des amides), 0,1 de graisse, 21,0 d'hydrocarbures et 1,4 de cellulose et de cendres. Par la cuisson, ses grains de fécule se gonflent, et l'enveloppe de cellulose qui les emprisonne, éclate; c'est ce qui fait que la pomme de terre farineuse est mieux utilisée par l'organisme que toute autre. Lorsque la quantité de pommes de terre ingérée ne dépasse pas 600 gr., la proportion d'albumine qui est utilisée s'élève à 68 %, et celle d'amidon à 92 %. Pommes de terre.

La pomme de terre constitue une source précieuse d'hydrates de carbone; associée à l'albumine (viande ou fromage) et à la graisse, elle réalise une bonne nourriture; mais ce n'est pas à elle qu'on doit recourir quand on veut obtenir un aliment riche en albumine. On peut facilement comprendre que la pomme de terre soit devenue l'aliment préféré du peuple, lorsqu'on se représente qu'acheter pour 1 mark de ce légume équivaut à acheter 18,724 calories; un pareil bon marché est dû à ce que la pomme de terre s'accommode, pour sa culture, de toute espèce de terrain, et aussi à ce qu'elle donne un rendement considérable. D'après un ancien calcul (*Boussingault*), un hectare de terre rapporte, suivant qu'on y cultive du froment, du seigle, des pois ou des pommes de terre, respectivement 510, 440, 560, 950 livres d'albumine, 1590, 1196, 780, 6840 livres d'amidon, et 90, 62, 60, 323 livres de sels.

Dans les contrées tropicales, la pomme de terre est remplacée dans l'alimentation par le yam et la patate. Le premier est un rhizome formé par diverses plantes de la famille des diascorées, la seconde est un rhizome de convolvulacées. Ces racines contiennent au delà de 20 % d'hydrocarbures et jusqu'à 3 % d'albumine. Le yam renferme aussi un poison, qui est enlevé ou détruit par la cuisson à l'eau et le rôtissage. Yam, patate.

Les autres légumes à racines, les radis, les carottes, les choux-raves, les scorsonères, etc., contiennent environ 1 à 2 % de matières azotées et 2 à 6 % d'amidon et de sucre. Envisagés au point de vue de leur valeur nutritive, leur importance dans l'alimentation est donc peu considérable. Légumes à racines.

Légumes à gousses.

Les légumes à gousses : pois verts, fèves coupées, haricots, etc., renferment environ 4 % de corps azotés et 6 à 10 % d'hydrates de carbone.

Légumes à feuilles.

Parmi les légumes à feuilles ou herbacés, ce sont les choux, avec leurs multiples variétés, qui occupent la première place; puis viennent la laitue, les épinards, etc. Leur contenu en albumine et en hydrocarbures est encore moindre que celui des radis et des carottes.

Fruits.

Les fruits sont surtout remarquables par leur richesse en sucre, qui peut aller jusqu'à 10 %.

Champignons.

Les champignons comestibles, tels que le bolet, la morille, les truffes, la chanterelle, l'agaric impérial, le mousseron, etc., ont toujours passé pour être très riches en albumine. En fait, cette réputation n'est justifiée que pour les champignons desséchés. A l'état frais ou bien cuits, les champignons contiennent en effet à peine 3 % de matières azotées, et encore, une grande partie de celles-ci ne sont que des amido-acides ou d'autres combinaisons semblables; en outre, il échappe à la résorption environ 33 % de l'albumine proprement dite qu'ils contiennent.

Valeur diététique des légumes.

Abstraction faite des graines de légumineuses et des pommes de terre, la valeur diététique des légumes en général repose pour la plus grande part sur leur richesse en sels, organiques, en sucre, en acides organiques et en huiles éthérées, toutes substances qui ont pour vertu d'exciter l'appétit et de favoriser la digestion. Une privation prolongée de légumes entraîne le développement du scorbut.

Les excitants et les condiments.

On peut ranger sous ce titre les épices ou condiments proprement dits, quelques substances à base d'alcaloïde et les boissons alcooliques.

Nous avons déjà décrit antérieurement, page 26, leur action générale sur l'organisme.

J. Les condiments.

Le condiment dont il est fait le plus grand usage est le sel de cuisine; il donne lieu par son ingestion à une sécrétion abondante des sucs de l'estomac et de l'intestin. D'un

autre côté, on peut croire qu'il joue un certain rôle vis-à-vis des sels de potasse introduits avec les aliments, en se transformant en chlorure de potassium, et qu'il empêche ainsi les combinaisons sodiques contenues dans les humeurs de se transformer en composés potassiques.

Le vinaigre est une solution d'acide acétique à 4 %; il corrige le goût des aliments et agit en outre sur les mouvements péristaltiques du tube digestif. La moutarde agit surtout par son huile essentielle, et le poivre par son huile essentielle et la piperine; c'est également une huile éthérée qui constitue la partie vraiment active de la cannelle, de la noix muscade, des clous de girofle, du gingembre, de l'anis, du fenouil, du cumin, etc.

K. Les excitants à base d'alcaloïde.

A cette classe appartiennent le café, le thé, le cacao, le thé de Paraguay, le coca, le bétel et le tabac.

La graine de café renferme, outre 10 % de substances azotées et 6 % de sels, environ 10 % de graisse, 1 % de caféine et 2 % d'acide tannique combiné à la potasse.

Préparation et action.

Par la torréfaction, une partie du sucre se transforme en caramel qui colore la graine en brun, et une partie de la graisse se change en une huile éthérée fortement aromatique. La caféine et l'huile aromatique, ainsi que les sels et une partie de l'acide tannique, passent dans l'eau d'infusion. Celle-ci prise en boisson produit des effets excitants : elle stimule l'activité cérébrale et accroît l'énergie, sans que cette excitation soit suivie d'une dépression appréciable. Les sels de potasse agissent surtout sur le cœur, et favorisent en outre la diurèse.

Falsifications.

Le café torréfié et pulvérisé est fréquemment falsifié par addition de poudre de chicorée, de glands, de figues, etc. Tous ces succédanés sont dépourvus du principe actif, c'est-à-dire de la caféine. Les falsifications se reconnaissent à l'examen miscroscopique qui permet de constater la présence de particules végétales étrangères.

Le thé, qui est constitué par les feuilles du thea chinensis, contient 1 à 2,5 % de théine, alcaloïde paraissant identique à la caféine, et 0,5 à 1,0 % d'une huile éthérée; il renferme en outre de l'acide tannique et beaucoup de sels potassiques. L'eau

Préparation et action. bouillante mise pendant 5 minutes en contact avec les feuilles de thé, enlève à celles-ci la théine et l'huile essentielle, tandis qu'elle ne se charge que d'une très faible partie de leur acide tannique. L'action du thé sur l'organisme est à peu près la même que celle du café, mais est un peu moins accusée. On falsifie le thé en y mélangeant des feuilles de thé déjà épuisées, des feuilles de saule, de rosier sauvage, etc. On reconnaît que le thé est falsifié, à sa pauvreté en alcaloïde, ainsi qu'à la présence des feuilles ayant une forme différente de celles du thea chinensis.

Cacao et chocolat. Le cacao est la graine du théobroma cacao. Sur 100 parties il contient 50 parties de graisse dite beurre de cacao, 15 d'albumine, 28 d'hydrates de carbone, 3 de sels et 1,5 de théobromine. Les graines qui ont fermenté et qui ont ensuite été grillées, décortiquées, puis moulues et dépouillées de la moitié de leur graisse, sont employées comme telles sous le nom de cacao, ou bien sont mélangées avec du sucre, de la fécule (jusqu'à 70 %), ainsi que des aromates pour constituer le chocolat. Action. La théobromine produit des effets excitants, mais moins marqués que ceux de la caféine; par contre le cacao et le chocolat qui contiennent de la graisse, de l'albumine, et des hydrocarbures, possèdent de ce fait une valeur nutritive qui n'est pas sans importance. Dans une tasse de cacao préparée avec 15 gr. de poudre, on trouve 2 gr. d'albumine, 4 gr. de graisse, et 4,5 gr. d'hydrocarbures. Le cacao soluble se prépare en plaçant de la poudre de cacao dans une solution faible de bicarbonate de soude et de magnésie et en faisant sécher ensuite. La falsification de la poudre de cacao par d'autres poudres étrangères peut être reconnue à l'aide du microscope.

Le thé du Paraguay ou le maté est constitué par les feuilles et les plus fines branches de l'ilex paraguayensis. Il renferme de la caféine, des matières âcres, du tannin et une huile éthérée. L'infusion de maté est peu agréable au début à cause de son goût amer, mais elle ne tarde pas à plaire et produit alors les mêmes effets légèrement excitants que le thé.

Dans beaucoup de contrées de l'Amérique du sud le maté remplace complètement le thé, tandis que dans les Etats de l'Amérique centrale c'est surtout le coca qui est en grand honneur : l'indigène en chique les feuilles et en ressent une

excitation agréable qui émousse chez lui pour quelque temps les sensations de la fatigue, de la faim et de la soif. Sans aucun doute, c'est la cocaïne qui forme ici le principe actif.

Un autre composé de cette nature, mais moins actif, nous est fourni par le bétel qui est également chiqué par des millions d'individus, aux Indes ainsi que dans les contrées et les îles voisines. Le produit employé est formé de tranches de noix d'arèque enveloppées dans des morceaux de feuilles de bétel préalablement saupoudrées de chaux. L'usage du bétel produit chez ceux qui n'y sont pas encore habitués, une sorte d'ivresse pareille à celle que l'on éprouve après avoir fumé de très forts cigares; mais ce symptôme fait bientôt place à une excitation agréable et non suivie de dépression.

Aucune des substances précitées ne produit d'action nuisible sur l'organisme aussi longtemps qu'on en use modérément ; mais employées avec excès elles déterminent des troubles d'ordre nerveux qui se manifestent ordinairement en tout premier lieu par des palpitations.

Le tabac, c'est-à-dire les feuilles du Nicotiana tabacum, agit sur l'organisme par les produits que sa fumée abandonne à la salive, et par les gaz de combustion contenus dans l'air respiré par le fumeur. La combustion du tabac développe des produits empyreumatiques et volatilise une partie de la nicotine et de l'essence de tabac ou nicotianine; il se forme en outre des substances basiques, appelées pyridines, qui ont un goût et une odeur désagréables, et qui se trouvent surtout en abondance dans le jus du tabac déposé, par exemple, au fond de la pipe. Ces différents produits, surtout la nicotine et la nicotianine, étant avalés avec la salive, donnent lieu à une légère intoxication dont les effets sont bien connus; mais l'organisme s'habitue vite à ces poisons et l'usage du tabac fait plutôt naître dans la suite une excitation légère et agréable. L'individu sain qui use du tabac sans excès, n'en ressent habituellement aucun dommage. Les forts fumeurs, par contre, souffrent ordinairement de catharre pharyngien, et il n'est pas rare qu'ils éprouvent des troubles nerveux, des malaises neurasthéniques, des palpitations de cœur, etc. La simple respiration d'un air chargé de fumée de tabac, suffit à produire, chez certaines personnes délicates et non habituées

à l'odeur de cette plante, des maux de tête, une sensation d'angoisse, et même des tendances syncopales.

L. Les excitants alcooliques.

Les eaux-de-vie sont obtenues par la fermentation alcoolique de substances contenant du sucre (raisins, prunes) ou de fécules rendues fermentescibles (grain, pommes de terre), et par la distillation de l'alcool ainsi obtenu. Celui-ci est, pour la majeure partie — 85 % — de l'alcool éthylique ; le restant est formé d'alcools supérieurs (propylique, butylique, amylique) qu'on désigne communément sous le nom d'alcools de mauvaise qualité (fuselöl) (*). Ces derniers se trouvent dans l'eau-de-vie dans la proportion moyenne de 0,1 % ; on en évalue la quantité en agitant dans une burette graduée un échantillon d'eau-de-vie avec du chloroforme très pur. Le mauvais alcool ou le *fusel* passe tout entier dans le chloroforme et on en lit directement la quantité sur la burette.

Alcool et *fusel*.

L'eau-de-vie commune contient en moyenne 39 % (en volume) d'alcool, le cognac 50 %, le rhum 70 %, le curaçao 55 %, le kummel 34 %. Les produits désignés sous le nom de liqueurs ne sont autre chose que des eaux-de-vie fortement sucrées et chargées d'huiles éthérées ou d'aromates divers.

Richesse en alcool.

Le vin est une boisson alcoolique obtenue par la fermentation, suivant des règles données, du suc de raisins ou de fruits : on écrase le raisin très mûr, on recueille le suc ou moût, et on le laisse fermenter, puis clarifier. Lorsqu'on laisse le suc en contact avec la pelure des raisins écrasés, si ceux-ci sont des raisins rouges, la matière colorante ainsi qu'une partie du tannin passe dans le moût, et l'on a alors le vin rouge.

Définition.

Le vin naturel ainsi préparé n'a pas toujours le goût désirable, car, dans les mauvaises années, le moût laisse souvent à désirer comme qualité. On est donc alors contraint de l'améliorer, ou autrement dit de le corriger. Lorsque le vin est trop riche en acides, on neutralise l'excès de ceux-ci par l'addition d'une certaine quantité de sous-carbonate de chaux

Correction du vin.

(*) Le mot *fusel*, dont les Allemands se servent pour désigner les alcools de mauvaise qualité, commence à être usité également en français (N. des T.).

(chaptalisation ou procédé de *Chaptal*), ou bien on ajoute de l'eau pour diluer les acides au degré voulu, puis du sucre, et on laisse ensuite fermenter (gallisation ou procédé de *Gall*). D'autres fois, pour donner plus de corps au vin, on élève sa proportion de glycérine jusqu'à 1-1,5 % (Scheelisation). D'autres fois enfin on cherche à augmenter du même coup la quantité du vin, et dans ce but on arrose d'eau sucrée le marc déjà pressuré, puis on laisse la fermentation s'établir comme avec le moût ordinaire : c'est là la petiotisation ou le procédé de *Petiot*; les vins ainsi obtenus conviennent encore toujours comme vins légers de table.

Le procédé du plâtrage (*) est moins inoffensif; à la vérité il procure au vin une belle couleur, en même temps qu'il le rend plus facile à conserver; en revanche, il fait passer dans le vin jusqu'au delà de 10 gr. par litre de sulfate de potasse, alors qu'on ne devrait pas en tolérer plus de 2 grammes.

La fabrication artificielle de vins au moyen d'eau, d'alcool, d'essences de bouquet, etc., n'est presque plus connue en Allemagne depuis qu'a été promulguée la loi sur les denrées alimentaires.

La richesse alcoolique du vin varie entre 6 et 12 %. Lorsqu'un vin contient plus de 12 % d'alcool, on peut dire qu'on a ajouté pour le moins tout ce qui dépasse cette proportion. La quantité de sucre contenue dans le vin est de 0 à 12 %; ici également une proportion plus élevée est l'indice d'une addition artificielle. Le vin contient en outre de la glycérine (de 0,5 à 1,5 %), des sels (de 0,15 à 0,3 % dont la moitié sont des sels potassiques), des acides libres (jusqu'à 1,0 %). Le parfum propre et le goût du vin lui viennent de différents éthers qui sont produits pendant la fermentation. Composition.

La bière est une boisson alcoolique obtenue par fermentation et préparée avec du malt, du houblon, de la levure et de l'eau.

(*) Le plâtrage se fait en ajoutant du plâtre aux raisins broyés. Le plâtre, dit *Arnould*, décompose le bitartrate de potasse, l'un des éléments les plus utiles du vin, et y substitue non-seulement le sulfate de potasse qui est un purgatif irritant, mais encore le sulfate acide de potasse qui est un véritable caustique et même l'acide sulfurique libre par réaction de l'alcool sur le sulfate acide (N. des T.).

Composition. La bière renferme 2 à 5 % d'alcool, 4 à 8 % de matières extractives dont la dextrine et la maltose forment la plus grande part, environ 0,5 % de glycérine, près de 0,5 % d'albumine ou peptone, des traces d'acides lactique et succinique.

Fabrication. Pour fabriquer la bière, on commence par mouiller de l'orge (ou du froment, du maïs, etc.) qu'on dispose ensuite en un tas pour laisser germer; il se forme de la diastase qui rend l'amidon apte à la fermentation en le transformant en maltose et en dextrine. Lorsqu'on juge la germination suffisamment établie, on l'arrête brusquement par le séchage ou le touraillage à l'air chaud, et le grain qui est alors devenu le malt est concassé, puis brassé, c'est-à-dire agité avec de l'eau chaude. Le moût que l'on obtient de la sorte est porté à l'ébullition en présence du houblon, dont les principes amers et aromatiques donnent à la bière son goût caractéristique. Le moût est ensuite refroidi aussi rapidement que possible pour empêcher le développement de la fermentation lactique, puis on y ajoute la levure et on laisse fermenter. Lorsque la levure agit à basse température, elle donne lieu à une fermentation lente qui produit une bière de conservation facile (bière à fermentation basse); lorsqu'au contraire la température est assez élevée (12° à 25°), la fermentation se fait plus rapidement et la bière est plus prompte à s'altérer (bière à fermentation haute). La fermentation proprement dite est terminée en peu de jours, mais lorsque la bière a été mise en tonneaux, il s'y produit encore une fermentation dite secondaire. L'acide carbonique contenu dans la bière est principalement produit aux dépens de la maltose.

Falsifications. Au lieu de malt d'orge, on emploie parfois pour faire la bière de la fécule, du glucose provenant de la fécule, etc.; mais la fermentation de ces substances donne toujours naissance à des alcools de mauvaise qualité qui rendent la bière moins digestible. Le houblon est aussi parfois remplacé par d'autres substances amères : acide picrique, quassia, coques du Levant, aloës, ményanthe trifoliée, etc. Quelques-uns de ces produits sont toxiques, et aucun, dans tous les cas, ne vaut le houblon.

Action des boissons alcooliques. Alors que le vin n'a pas de valeur nutritive au strict sens du mot, la bière en possède une véritable, grâce à son contenu en sucre et en albumine. Un litre de bière renferme la même

quantité d'albumine que 60 gr. de pain, et la même quantité d'hydrocarbures que 150 gr. du même aliment.

Sous le rapport de la rapidité et de l'intensité de la stimulation qu'ils déterminent, les alcooliques l'emportent sur tous les autres excitants; malheureusement la dépression qui se produit ensuite est d'autant plus marquée. Pour ce motif, on ne doit les donner à titre de stimulants en vue de l'exécution d'un travail, que quand celui-ci est sur le point d'être accompli; au commencement, on fera mieux de recourir aux excitants à base d'alcaloïde.

L'opinion que l'alcool serait un véritable aliment est loin d'être généralement acceptée. Il n'y a aucun doute pourtant que l'alcool est en majeure partie brûlé au sein de l'organisme; cette combustion produisant de la chaleur, l'alcool épargne par le fait même l'usure de nos tissus et notamment celle de la graisse. Ce n'est toutefois pas à cette production de calorique qu'il faut attribuer la sensation de chaleur que l'on éprouve après l'ingestion de l'alcool; celle-ci est due à la dilatation des capillaires cutanés qui en est suite. De petites doses d'alcool, quelques grammes par exemple, augmentent la sécrétion du suc gastrique et excitent l'appétit; des doses plus fortes ralentissent au contraire le travail de la digestion.

Mesures contre l'alcoolisme

Tout le monde connaît les effets nuisibles que produisent sur l'organisme les excès alcooliques. Pour enrayer ces derniers les uns proposent d'interdire purement et simplement l'usage des boissons spiritueuses, les autres veulent qu'on se contente des moyens destinés à en restreindre l'emploi. Il est certain que l'interdiction complète a peu de chances de donner des résultats satisfaisants; l'alcool est en effet l'excitant le plus énergique qui soit, et la population ouvrière ne pourra que difficilement s'en passer aussi longtemps qu'on ne lui procurera pas un autre excitant de même valeur et à aussi bon marché; or, il n'en existe pour le moment aucun qui réunisse ces conditions. On peut, par contre, espérer plus d'effets de toutes les mesures qui auront pour but de limiter la consommation de l'alcool : augmenter le prix de revient des eaux-de-vie, faire en sorte que l'ouvrier se procure facilement et à bon compte d'autres excitants tels que la bière, le café, le thé, etc., encourager les efforts tendant à lui faire perdre peu à peu la

mauvaise habitude d'user abondamment des excitants. A ce dernier point de vue, on est en droit d'espérer beaucoup de tout ce qui sera fait pour améliorer la condition de la classe ouvrière.

Enfin, il est important de veiller à ce qu'il ne soit livré à la consommation que des eaux-de-vie pures, c'est-à-dire autant que possible débarrassées des alcools de mauvaise qualité.

III. Dispositions légales.

Ainsi que nous l'avons vu dans les pages précédentes, les aliments et les condiments sont facilement l'objet de falsifications diverses, ou bien ils peuvent être dangereux par eux-mêmes (par ex. viande d'animaux malades), ou bien encore ils sont sujets à s'altérer. Leur usage peut, dans ces conditions — abstraction faite de la perte d'argent — produire des effets nuisibles sur la santé. C'est pour mettre les particuliers à l'abri de ces altérations et falsifications qu'a été édictée en Allemagne la loi du 14 mai 1879 concernant le commerce des denrées alimentaires, des condiments et des objets usuels. Aux termes de cette loi, la police a toujours le droit d'exiger des commerçants qu'ils lui délivrent des échantillons de leurs marchandises dans le but de les soumettre à l'analyse; des ordonnances impériales peuvent, en outre, être prises pour défendre certains procédés de fabrication, certains modes de conservation et d'emballage des aliments et condiments, pour interdire la vente de denrées douées de propriétés nocives, de même que la viande des animaux malades; pour empêcher l'emploi de certains tissus dans la confection des habits ou de certaines couleurs dans la fabrication des jouets, tapis, vaisselles, etc.; pour s'opposer à la mise en vente de ces différents objets et aussi à celle du pétrole doué de propriétés déterminées.

Loi sur les falsifications alimentaires.

Des peines sont en outre édictées contre ceux qui falsifient ou soumettent à la contrefaçon les aliments et les condiments, contre ceux qui exposent en vente et vendent de pareilles denrées ou des denrées altérées ou nuisibles à un degré quelconque pour la santé.

Cette loi a été complétée par une ordonnance impériale interdisant l'entrée dans le pays de la viande de porc d'Amérique (interdiction aujourd'hui levée), et relative en outre au pétrole. Une autre loi (25 juin 1887) a trait au commerce des objets contenant du plomb ou du zinc, une seconde (5 juillet 1887) défend l'emploi des couleurs toxiques dans la préparation des aliments, condiments et objets usuels, et enfin une troisième (11 juillet 1887) règle le trafic des substances destinées à remplacer le beurre.

Les points essentiels de ces trois lois ont été mentionnés dans le présent traité aux endroits voulus.

Des habitations et des agglomérations urbaines.

I. Des habitations.

A. Conditions de salubrité.

L'habitation est destinée à servir de séjour à l'homme et à lui procurer un abri contre les intempéries.

Maladies de maisons.

On a rattaché un grand nombre de maladies aux défectuosités des habitations et l'on parle avec plus ou moins de raison de « maladies de maisons. »

Ainsi on attribue fréquemment à l'humidité, au froid, aux courants d'air, bref, aux mauvaises conditions hygiéniques des habitations, des refroidissements, des affections rénales, des catarrhes des voies respiratoires, des catarrhes chroniques des conjonctives, des otorrhées. La tuberculose, principalement celles de ses manifestations que l'on désigne sous le nom de scrofulose, le choléra et le typhus s'observent de préférence chez les personnes qui occupent des maisons insalubres.

L'habitation exerce une influence sur l'homme, même au point de vue psychique : on est mieux disposé dans un appartement clair, propre, sec et bien aéré que dans des pièces froides, humides et sombres.

Une bonne habitation doit être : 1° sèche, 2° bien aérée, 3° chaude, 4° claire, 5° spacieuse et 6° propre. Qualités des habitations.

L'humidité d'une maison a d'abord pour effet d'amoindrir fortement ou même de supprimer complètement la ventilation interstitielle ou de porosité, c'est-à-dire l'échange d'air, déjà peu intense par lui-même, qui s'opère à travers les pores des parois. Humidité.

Mais son influence sur la déperdition de la chaleur est bien plus importante. L'évaporation de l'eau contenue dans les murs humides entraîne, en effet, une forte absorption de calorique. La vapeur d'eau résultant de cette évaporation pénètre dans les appartements et fait qu'on y éprouve une sensation de lourdeur. L'air d'une chambre ne doit pas contenir plus de 30 à 40 %, au maximum 60 %, d'humidité relative. Dans un espace clos, un air sec est plus agréable et mieux supporté qu'un air humide. Une autre conséquence de l'humidité des parois d'une maison est une augmentation de leur conductibilité pour le calorique. Ainsi lorsqu'on se tient assis à proximité d'un mur humide, la partie du corps tournée vers le mur lui cède par rayonnement une grande quantité de chaleur ; ce mur ne s'échauffe pourtant pas, parce qu'il abandonne rapidement la chaleur reçue. Il en résulte que le corps continue toujours à lui céder de son calorique. Déperdition de chaleur.

S'il se produit une forte déperdition de chaleur, il faut naturellement chauffer plus fortement. Or, on tâche d'ordinaire de ne pas dépenser inutilement le combustible qui coûte cher et, pour arriver à ce but, on aère le moins possible. De cette façon, l'humidité reste dans les appartements et la nuit, lorsque le chauffage devient moins intense, elle se précipite à la surface des murs refroidis; il s'ensuit que le besoin de calorique reste toujours considérable et que l'on ne peut chauffer convenablement.

L'humidité est favorable aux germes morbifiques : si, le plus souvent, elle n'est pas assez forte pour permettre leur multiplication, elle fournit tout au moins des conditions propices à la conservation de leur vitalité. Ainsi s'explique l'influence toute spéciale des habitations humides sur le développement de certaines maladies zymotiques. Condition favorable aux germes morbifiques

Nous exposerons dans des chapitres spéciaux la façon

d'établir et de régler convenablement la ventilation, le chauffage et l'éclairage des appartements. Dans le présent chapitre nous n'avons à examiner que l'influence exercée par la nature des matériaux et le mode de construction sur la distribution de la chaleur et sur l'accès de l'air et de la lumière.

La dimension minima que doivent avoir les pièces d'une habitation sera indiquée dans le chapitre de l'hygiène industrielle, lorsque nous traiterons des moyens d'assurer le bien-être de l'ouvrier. Quant à la propreté des maisons, nous en faisons ressortir la nécessité à divers endroits de ce traité et spécialement dans le chapitre des maladies infectieuses.

B. Emplacement et sol des habitations.

Emplacement.

Les habitations isolées de toutes parts réunissent les meilleures conditions d'éclairage et de ventilation; malheureusement elles sont en même temps tout particulièrement soumises aux causes de déperditions de chaleur. Cette dernière circonstance fait que l'on préfère souvent un emplacement un peu protégé. Le voisinage d'accidents de terrains ou de plantations d'arbres fournit une protection plus ou moins efficace, souvent même très marquée.

Dans nos contrées, l'emplacement le plus recommandable est celui dans lequel la maison est librement exposée au sud, au sud-est et au sud-ouest, tandis qu'elle est protégée vers le nord, l'ouest et l'est.

Sol : exempt de souillures.

Le sol destiné à supporter une habitation doit être exempt de souillures (détritus organiques). On peut admettre qu'un sol vierge, c'est-à-dire qui n'a pas encore été modifié par les travaux et le voisinage de l'homme, réalise cette condition. Un terrain constitué par le dépôt de décombres ou par un remblai de terre végétale ne convient pas comme terrain à bâtir, parce qu'il contient des germes de maladies ou des matières putrescibles.

Dans les vieux quartiers des villes, il n'est pas rare que le sol soit souillé par des immondices provenant de la surface ou de fosses non étanches. Avant de bâtir sur un pareil terrain, il faut enlever toute la partie qui est imprégnée de ces matières et la remplacer par de la terre exempte de souillures.

Un terrain à bâtir doit avoir une deuxième qualité. Il doit être sec. Pour peu que les fondations atteignent la nappe d'eau souterraine il faudra prendre des mesures pour empêcher l'eau de monter dans l'épaisseur des murs, sinon ceux-ci s'imprégnent d'humidité et il n'y a plus moyen de les en débarrasser, une nouvelle quantité d'eau montant sans cesse prendre la place de celle qui se dégage par évaporation. sec.

Au besoin on essaie d'abaisser le niveau de l'eau souterraine par un drainage approprié ou bien en remblayant avec de la terre exempte de souillures. Si l'on n'emploie pas ce procédé, on devra recourir aux moyens de protection que nous indiquerons en parlant de la construction des habitations.

Quand on bâtit sur le versant d'une montagne ou sur un sol rocheux recouvert d'une mince couche de terre, il est souvent nécessaire de creuser un fossé pour éloigner les eaux qui ont une tendance naturelle à s'écouler dans la direction des maisons. Lorsque le sol est argileux, on obtient une protection assurée contre l'humidité en entourant la construction d'un fossé étroit, bien ventilé et couvert s'étendant tout le long des murs jusqu'à la base des fondations, de façon à isoler en quelque sorte la maison des terres qui l'entourent.

Pour le reste, la nature du sol sur lequel on construit est indifférente : il importe peu qu'il soit meuble, rocheux, calcaire ou argileux; les seules conditions indispensables sont : absence de souillure et absence d'humidité.

C. Construction des habitations.

1° Fondations et caves. Lorsque le terrain est exempt de souillures et qu'on n'a pas à craindre la rupture des tuyaux du gaz d'éclairage, les gaz du sol n'exercent aucune influence sur la salubrité des maisons : nous faisons abstraction naturellement des endroits d'où s'échappent de grandes quantités d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré et de gaz analogues. Autrefois on redoutait les gaz du sol : ils contenaient, croyait-on, les miasmes qui produisaient directement les maladies infectieuses ou qui, tout au moins, exerçaient une influence fâcheuse sur la disposition à les contracter. Depuis les découvertes scientifiques des dix dernières années, on Gaz du sol.

accorde moins d'importance à l'air du sol au point de vue de l'hygiène.

Humidité du sol.

L'humidité des murs et des souterrains peut provenir d'en bas ou des côtés.

Là où l'on a à craindre l'ascension de l'humidité, il faut recouvrir le sol des caves de béton et rendre les fondations imperméables à l'eau en les construisant avec des pierres compactes et du ciment ou bien en posant dans leur épaisseur des plaques d'isolation faites d'une substance imperméable — granit, briques rejointoyées par du ciment, plomb, couche épaisse d'asphalte. — Quant à l'humidité qui pourrait venir des côtés, on la prévient en se servant de ciment pour construire les murs extérieurs, en établissant dans l'épaisseur de ces derniers une couche imperméable, en leur juxtaposant un second mur destiné à tenir les terres à distance de la maison ou bien encore en creusant tout autour de celle-ci un fossé de 25 à 30 centimètres de largeur.

S'il peut être avantageux, au point de vue de la construction en elle-même, de faire des caves en dessous de toutes les pièces d'une habitation, cela n'est pas indispensable au point de vue de l'hygiène. Seulement, pour protéger complètement contre l'humidité les places qui ne sont pas sur cave, il faudra déposer sous le parquet une couche épaisse de matériaux secs et exempts de souillures, tels que des scories, du sable, etc., et éventuellement y ménager un espace libre dans lequel l'air circule facilement et soit en communication avec l'extérieur.

Protection contre l'humidité et le vent.

2° **Murs**. Les murs extérieurs doivent protéger l'intérieur des habitations contre le vent, la pluie et le froid.

Pour garantir contre le vent et la pluie, on entoure en quelque sorte la maison d'un revêtement aussi peu perméable que possible, de façon que le vent vienne s'y briser et l'eau s'écouler à la surface sans pénétrer sensiblement dans l'épaisseur des parois.

Les matériaux qui conviennent le mieux à cet effet sont des briques bien cuites à surface lisse et des pierres compactes. Une brique ordinaire plongée dans de l'eau en absorbe jusqu'à 1/6 de son propre poids. On peut augmenter l'imperméabilité des murs extérieurs par un crépissage à la chaux ou au ciment, par une peinture à l'huile ou mieux encore en les recouvrant

tous, particulièrement ceux qui sont le plus exposés à la pluie, avec des ardoises ou des tuiles.

La pierre compacte protége mal contre les déperditions du calorique, parce qu'elle possède une grande conductibilité pour la chaleur qu'elle cède ainsi à l'air extérieur. Sous ce rapport les pierres poreuses sont préférables; elles contiennent dans leur épaisseur un quantité de petits espaces remplis d'air, corps éminemment mauvais conducteur du calorique. Aussi emploie-t-on pour les couches extérieures des murs, des pierres compactes et lisses appelées pierres de revêtement, tandis que pour les autres parties on se sert de briques poreuses. Déperdition de chaleur.

On peut également obtenir une bonne protection contre la déperdition de chaleur en ménageant dans l'épaisseur des murs un espace vide. Ces murs creux sont constitués alors d'une partie extérieure épaisse de une à une et demi et même deux briques, d'un espace libre de 2 à 5 centimètres de largeur et enfin d'une partie intérieure d'une demi-brique d'épaisseur. Les deux portions du mur sont réunies entre elles par des briques allant de l'une à l'autre. Afin d'éviter que ces briques ne s'imprégnent d'humidité dans la partie extérieure du mur, on plonge leurs extrémités dans du goudron.

Les murs intérieurs ou murs de refend, sont destinés à établir une séparation entre les diverses pièces et à empêcher les déperditions de chaleur. Les matériaux qui conviennent le mieux pour leur construction sont des briques poreuses.

Dans ces dernières années, les carreaux de plâtre — plâtre mélangé avec des roseaux et de la paille — ont joui d'une grande vogue. On a fait aussi des plaques avec du ciment et une charpente de fils et de barres de fer. Ces plaques sont très solides et sont employées pour construire des voûtes. Enfin des ornements faits avec du plâtre et un treillis de fil d'archal sont utilisés surtout pour des revêtements de murs; ils conviennent tout spécialement pour faire des piliers décoratifs et des moulures dans lesquels on établit des tuyaux pour la ventilation.

La quantité d'eau qui entre dans la construction d'un mur est d'environ 5 % du volume de ce dernier; cette eau est en partie (5 % environ) combinée à la chaux sous forme d'hydrate de calcium qui, au cours du temps, se transforme lentement en carbonate de calcium, ce qui donne au mur sa solidité. Avant Humidité des matériaux de construction.

qu'une maison ne soit habitable cette eau doit être en grande partie évaporée de façon qu'il n'en reste qu'environ 2 % dans le mortier (crépissage et mortier d'assemblage proprement dit). Un mur bien asséché ne contient pas plus de 0,4 à 0,6 % d'eau.

Sa détermination.

Pour déterminer la quantité d'eau qu'elle contient on enlève, à l'aide d'une vrille, de la chaux des murs en différents points d'un étage; on la pèse, on la sèche en la maintenant pendant une heure à une température de 100° dans un courant d'air sec et dépouillé d'acide carbonique, puis on la pèse une seconde fois. Cette détermination manque de certitude, car on ne sait jamais si l'on a opéré sur des échantillons contenant la quantité moyenne d'humidité; mais en tout cas il vaut mieux y recourir que de se contenter de la prescription de certains règlements sur les bâtisses, d'après laquelle une maison ne peut être habitée que 6 à 8 mois après l'achèvement de la maçonnerie brute. L'assèchement d'une construction durant ce laps de temps dépend entièrement, en effet, des conditions atmosphériques. On peut l'accélérer par une ventilation et par un chauffage énergiques; sous ce rapport, un brasier de coke est préférable aux poêles, à cause de la chaleur rayonnante intense et de la grande quantité d'acide carbonique qu'il dégage (*).

Plafonds.

3° Plafonds et planchers. Les plafonds qui séparent les différents étages doivent être construits de façon à constituer un obstacle au passage de l'air et de la chaleur et à la transmission du bruit; il faut, en outre, qu'ils ne constituent pas un danger d'éclosion de maladies infectieuses. On trouve successivement, dans leur épaisseur, en commençant par la partie inférieure, un crépissage à la chaux ou mieux au plâtre, reposant sur un lattis fixé à la face inférieure des poutrelles, puis un espace libre d'environ 8 centimètres occupé par de l'air, puis une cloison de planches à surface irrégulière enduites d'argile, ensuite une couche épaisse de 10 centimètres environ de matériaux bien secs, scories, gravier, sable et enfin le parquet ou plancher proprement dit. Depuis quelque temps

(*) Cet acide carbonique a pour effet de déterminer la formation rapide du carbonate de calcium aux dépens de la chaux du mortier et le déplacement de l'eau d'hydratation (5 % de l'humidité totale, avons-nous vu), qui dans les conditions ordinaires ne devient libre que très lentement, sous l'action de l'acide carbonique de l'air (N. des T.).

on remplace avantageusement la couche d'air et le lit de scories par de la tourbe trempée au préalable dans du lait de chaux. En aucun cas il ne pourra entrer dans la composition des plafonds des décombres ou de la terre végétale, en un mot de la terre souillée.

Le plancher doit être mauvais conducteur de la chaleur, être aussi épais que possible, uni et exempt de fissures. Plancher.

Les matériaux qui conviennent le mieux sont des planches en bois dur, huilées, courtes et étroites; le parquetage que l'on fait beaucoup actuellement, possède ces diverses qualités. Il faut éviter de laisser des joints larges entre les planches, car les saletés s'y amassent et il est difficile de les nettoyer et de les désinfecter. On évitera également les fissures par lesquelles l'eau peut pénétrer dans l'épaisseur du plafond et y occasionner la pullulation de champignons et des processus de putréfaction.

4° Toits et combles. Le toit de la maison est destiné à la protéger contre les précipitations atmosphériques. S'il existe immédiatement en dessous de lui des pièces habitées, il devra servir en même temps de régulateur de la température.

Dans les combles la température devient aisément trop élevée en été et trop basse en hiver. Pour éviter ces échauffements et refroidissements excessifs on ne doit pas donner aux murs une épaisseur inférieure à une demi-brique et on les construira en matériaux poreux. En dessous du toit proprement dit on établira une couche épaisse et peu perméable constituée de préférence par de la tourbe imprégnée de chaux, ou bien on ménagera un grand espace libre que l'on pourra ouvrir en été, afin d'y renouveler l'air et qu'on laissera fermé en hiver. Les toits plats qu'on adopte parfois sont généralement constitués par des planches recouvertes de plusieurs couches minces de carton réunies les unes aux autres par du ciment ligneux liquéfié qui est un goudron liquide très épais. La dernière couche est recouverte d'un lit de 10 à 20 centimètres de gravier. Par ces moyens on réalise l'imperméabilité à l'eau et la protection contre la chaleur.

5° Chambres du rez-de-chaussée et des étages. Chambres. Dans une maison isolée les pièces de chaque étage seront disposées de telle façon que les chambres où l'on se tient, les chambres à coucher et les chambres d'enfants soient autant

que possible situées au sud, au sud-est et au sud-ouest : c'est avec cette disposition que, dans nos régions, on profite le plus avantageusement de l'action bienfaisante de la lumière et de la chaleur du soleil. Les pièces réservées aux travaux du ménage, les salles de réception, la cage d'escalier occuperont les parties tournées vers le nord, le nord-est et le nord-ouest *(Voir la Fig. 49)*. Nous ferons remarquer ici combien il est peu logique de prendre la meilleure place de la maison pour en faire le salon que l'on utilise si peu et qui, le plus souvent, ne sert quasi que de magasin de meubles.

Du côté nord et du côté ouest, on établira peu de fenêtres et les murs seront pourvus d'une couche intermédiaire d'air; un toit qui surplombe constitue également un bon moyen de protection. Toutes les pièces dans lesquelles on séjourne beaucoup doivent être pourvues de fenêtres s'ouvrant directement sur un vaste espace libre.

La hauteur des chambres ne peut jamais être inférieure à $2^{m}5$; pour les pièces qui ne sont pas très grandes, la hauteur qui convient le mieux est $3^{m}75$ à 4 mètres (*). On peut considérer comme cubage minimum pour une chambre à coucher, dix mètres cubes. Une maison ne doit pas avoir plus de 4 étages au-dessus des caves, sinon les montées fréquentes occasionnent une fatigue excessive. Les escaliers doivent être larges et les marches pas trop espacées (18 cent. est la moyenne ordinaire). L'importance qu'on avait accordée aux escaliers en fer en vue de prévenir les dangers d'incendie a été fortement mise en doute dans ces derniers temps.

6° Caves et sous-sols comme endroits de séjour. On a maintes fois réclamé la suppression complète de l'usage de séjourner dans les caves et sous-sols. Une pareille sévérité ne se justifie pas toujours. Les caves et sous-sols répondent, en effet, à toutes les exigences de l'hygiène des demeures pour autant qu'ils soient secs, bien aérés et bien éclairés.

Si le plus haut niveau de l'eau souterraine reste encore

(*) A Bruxelles, « les étages des bâtiments, les entresols et mansardes servant à l'habitation doivent avoir respectivement au moins $2^{m}80$ et $2^{m}60$ de hauteur, mesures prises entre le plafond et le plancher; la hauteur des rez-de-chaussée est fixée au minimum à 3 mètres. » (Règlement sur les bâtisses, art. 34). « On tolère à Paris $2^{m}7$ et même $2^{m}6$ dans les entresols et à l'étage supérieur » (*Arnould*) (N. des T.).

au moins à 0m5 en dessous du sol des caves qu'on aura eu soin de rendre bien imperméable, si le terrain qui entoure la maison est peu humide et si les fondations n'atteignent pas la nappe souterraine ou bien sont protégées convenablement contre l'humidité; si, en même temps, le sol des caves n'est pas situé à plus d'un mètre de profondeur, les linteaux des fenêtres se trouvant au moins à un mètre au-dessus du niveau extérieur du sol; si les places que l'on habite ne sont pas orientées vers le nord et ne donnent pas sur des cours exiguës; si enfin il existe dans les murs des cheminées de ventilation s'ouvrant au faîte de la maison; si, disons-nous, toutes ces conditions de salubrité sont réalisées dans la construction d'une habitation, le séjour des sous-sols ne saurait prêter à des récriminations; dans tous les cas, il serait difficile d'établir qu'il soit une cause de développement de maladies.

Il faut, autant que possible, que chaque famille dispose d'un cabinet d'aisance ou, tout au moins, que le même cabinet ne serve pas pour plus de deux familles, sinon il devient une source de malpropreté et un danger de développement et de propagation de maladies infectieuses.

D. Habitations à la campagne.

Lorsqu'il est question de logements défectueux, on a ordinairement en vue les logements des ouvriers dans les grandes villes et les prescriptions relatives à la construction des maisons s'occupent principalement des conditions spéciales des habitations urbaines : en cela on a quelque peu tort, car les habitants des campagnes constituent la majeure partie de la population d'un pays et leurs conditions de logement sont souvent bien plus mauvaises que celles des ouvriers de fabriques dans les villes.

On rencontre fréquemment à la campagne de misérables chaumières en argile avec un sol nu, sans plancher ni dalles, avec des parois minces protégeant à peine contre le vent et les intempéries, avec des plafonds insuffisants et des toits défectueux. L'éclairage y est presque nul. Parfois il n'existe même pas une cheminée convenable pour l'évacuation de la fumée du foyer. Il y a des milliers d'habitations où le tuyau

du poêle s'ouvre à l'extérieur à travers la fenêtre, de sorte que quand le vent souffle dans certaines directions, le chauffage devient impossible (*).

L'espace cube minimum pour une chambre à coucher est de 10 m³. Or, dans certaines contrées de l'Allemagne, là où précisément la tuberculose sévit avec le plus d'intensité, une grande partie des habitants des campagnes couche dans des alcôves : ces alcôves, encastrées en quelque sorte dans les murs, sont isolées de la pièce où le ménage séjourne, par des portes à coulisses très basses; leur espace cube est à peine de 4 à 5m³ et il ne peut s'y faire qu'un aérage très insuffisant à travers les joints et les fissures.

La mortalité n'est pas toujours moins élevée à la campagne qu'à la ville et si elle est un peu plus forte en ville, cela pourrait être mis sur le compte d'un développement plus intense des maladies infectieuses. Les habitants des campagnes, disséminés sur de plus vastes espaces, ne se transmettent pas aussi facilement ces maladies que ceux des villes qui vivent pour ainsi dire parqués les uns à côté des autres. Par contre, les conditions défectueuses de l'hygiène en général occasionnent une mortalité plus grande à la campagne et le médecin fait œuvre utile en attirant l'attention, non seulement sur les défectuosités des habitations, mais sur l'ensemble des causes d'insalubrité qu'on rencontre parmi les populations rurales; les autorités de leur côté font également œuvre utile en aidant le médecin dans cette tâche et en améliorant les conditions hygiéniques.

E. Habitations dans les régions polaire et tropicale.

Tout ce que nous avons dit dans ce chapitre se rapporte aux habitations dans la zone tempérée.

Les exigences ne sont plus les mêmes quand les conditions climatériques sont différentes.

(*) Le sombre tableau tracé par l'auteur ne s'applique heureusement pas à notre pays : l'habitation telle qu'il la décrit ne s'y rencontre pas ou, tout au moins, elle y est extrêmement rare (N. des T.).

Sous les latitudes élevées, il faut augmenter les moyens de s'opposer aux déperditions de chaleur. Aussi les constructions en bois prennent-elles le dessus sur les constructions en pierres. Les jolies et riantes villes de la Norwège, l'habitation du pêcheur isolée au bord de la mer, la maison du berger dans les îles Falkland au delà de 100° plus au sud sont toutes construites en bois et elles protégent parfaitement leurs habitants contre les froids de l'hiver et contre les fureurs des tempêtes; à la vérité, la lumière et l'air n'y ont pas aussi largement accès que dans les maisons des zones moyennes. Zone polaire.

Il y a peu de temps, une expédition scientifique allemande a passé une année entière dans l'île inhospitalière de Georgie du sud, située au milieu des glaces et des neiges éternelles et constamment exposée aux fureurs des tempêtes. Les explorateurs habitaient une maison constituée par trois couches de planches séparées par deux couches de tourbe épaisses chacune d'environ 6 centimètres; le toit et le plancher étaient construits de la même façon; cette maison a paré suffisamment à toutes les exigences.

Dans les régions tropicales, l'habitation doit avant tout protéger contre les rayons brûlants du soleil et contre la chaleur. Ce but peut être atteint tout d'abord en faisant des constructions aussi légères que possible de façon à n'apporter aucun obstacle au libre accès de l'air et à assurer la fraîcheur résultant des phénomènes d'évaporation ainsi que le transport de la chaleur. Zone des tropiques.

Ce ne sont pas seulement les huttes éparpillées des naturels, mais des villes entières qui sont construites d'après ce principe. A Guajaquil, par exemple, il est rare que les fenêtres soient pourvues de vitres; celles-ci sont remplacées par des jalousies qui ne laissent passer que la lumière diffuse du jour et l'air; les portes des étages supérieurs, quand elles existent, restent ouvertes jour et nuit et comme la fraîcheur des courants d'air se fait le mieux sentir dans leur embrasure, c'est là que l'on dispose de préférence les petits hamacs dans lesquels les dames passent leur temps dans l'oisiveté. Constructions légères.

On recherche, pour y construire les habitations, les endroits frais; c'est ainsi que l'on bâtit sur le penchant des collines, le long des fleuves et sur les fleuves eux-mêmes.

L'eau avec sa grande capacité pour le calorique et les brises qui soufflent le long des cours d'eau modèrent l'intensité de la chaleur. Il n'est pas rare que les naturels élèvent leurs huttes et établissent des villages entiers sur des pilotis enfoncés dans le lit des fleuves qu'ils dépassent toujours, même lors des plus fortes crues. Ailleurs les maisons reposent sur des radeaux attachés à des pilotis au moyen de liens en bambou et s'élèvent ou s'abaissent suivant la marée. A Bangkok, cette curieuse ville du royaume de Siam, on rencontre une rue avec des habitations, des magasins, des restaurants, etc., entièrement construits de cette façon.

Habitation le long et sur les cours d'eau.

A Canton, on trouve, ancrés en séries sur le fleuve, des bateaux servant de maisons dans lesquels les habitants jouissent de la fraîcheur qui s'offre naturellement à eux. Les Européens eux-mêmes demeurent fréquemment dans des navires dégréés où ils trouvent un air frais et en mouvement ainsi qu'une certaine protection contre la malaria.

Constructions massives et protection contre la chaleur dans les régions tropicales.

Un autre moyen d'obtenir une habitation qui protège contre les températures excessives des régions tropicales, consiste à s'opposer le plus possible à l'accès de la chaleur. Ainsi dans beaucoup d'endroits, les maisons des Européens sont en pierres massives ou en argile et entourées de toutes parts par des vérandas spacieuses et élevées. Celles-ci, de même que les fenêtres, sont protégées par des marquises, de façon que jamais un rayon de soleil ne pénètre dans les chambres; on tient ces dernières fermées quand il fait très chaud et on les ouvre quand il fait frais. Le toit est massif et on le ventile bien afin d'empêcher que la chaleur ne s'y emmagasine.

Dans beaucoup de villes de la Chine, au moment des fortes chaleurs, on tend des étoffes dans les rues qui, dans ce pays, sont généralement étroites. Dans l'Amérique centrale, au Pérou, par exemple, les Espagnols ont maintenu leur mode de construction des maisons. Celles-ci sont disposées en quadrilatère autour d'une cour. Du côté de la rue elles ont peu d'apparence, c'est à peine si l'on y voit une fenêtre; les murs et le toit plat sont en pierres ou bien formés d'une charpente avec interposition de couches épaisses d'argile, corps mauvais conducteur. Les chambres s'ouvrent sur des vérandas qui entourent la cour; à l'heure de midi, on tend au-dessus de

cette dernière une pièce d'étoffe qui tempère l'ardeur du soleil dardant perpendiculairement ses rayons. Vers 4 heures, quand ceux-ci sont obliques et ont perdu de leur force, on enlève ce velum; enfin pendant la nuit il se fait une forte émission de chaleur.

Dans les régions tropicales et sous-tropicales, il n'est pas besoin de recourir à des artifices spéciaux pour donner accès à la lumière et à l'air dans les habitations.

II. Agglomérations urbaines.

Lorsqu'un grand nombre de constructions sont réunies en un même endroit, il est nécessaire que des règlements prescrivent les rapports que les bâtiments doivent affecter les uns par rapport aux autres : ces règlements se trouvent dans le code de la bâtisse (*Baurecht*).

Code et ordonnances concernant la bâtisse.

Les ordonnances concernant la construction constituent un chapitre de ce code : elles contiennent tout ce qui a rapport aux mesures à prendre pour mettre les habitations à l'abri des dangers d'incendie et d'accidents, les prescriptions concernant l'opportunité de faire telle ou telle construction et concernant les exigences architecturales. Certaines de ces ordonnances sont applicables dans tout le pays, mais le plus souvent elles ont un caractère local. Outre les règles établissant les rapports des constructions entre elles, elles comprennent encore celles qui sont relatives aux bâtisses en particulier. Nous avons déjà indiqué, dans les pages qui précédent, les principes qui servent de base à ces règles.

A. Conditions de salubrité.

Dans une agglomération d'habitations on doit exiger, au point de vue sanitaire, 1) que les diverses maisons ne se privent pas mutuellement d'air, ni de la lumière et de la chaleur des rayons solaires, et 2) qu'il n'existe aucune condition de nature à favoriser l'apparition ou la propagation de maladies infectieuses.

a) Accès de l'air, de la chaleur solaire, de la lumière.

1° Air. Les exigences concernant l'accès de l'air dans les habitations, sont toujours largement remplies, quand la chaleur et la lumière du soleil peuvent y pénétrer en quantité suffisante.

2° Rayons du soleil. La quantité de chaleur que le soleil verse sur la paroi verticale d'un corps cubique, dépend de l'angle d'incidence et de l'intensité des rayons. Abstraction faite de l'éloignement du soleil, l'intensité de ses rayons est d'autant plus grande que l'atmosphère est plus pure, et que le chemin qu'ils ont à parcourir est plus court. Celui-ci est le plus long le matin et le soir lorsque les rayons sont tangentiels à la terre. Quant à l'atmosphère, la vapeur d'eau qu'elle contient absorbe mieux les rayons calorifiques que les rayons lumineux.

L'angle d'incidence des rayons dépend, d'une part de la hauteur du soleil — plus il est élevé plus l'angle est petit —, d'autre part de la direction de la surface que ces rayons rencontrent par rapport à leur propre direction.

Quantité de chaleur.

Knauf d'Heidelberg a calculé la quantité de chaleur reçue à différentes périodes de l'année, par les surfaces verticales d'un cube d'un mètre de côté dont les diverses faces sont orientées au N., à l'E., au S. et à l'O. En tenant compte de la quantité moyenne de nuages à Carlsruhe, il a trouvé les chiffres suivants de calories :

ÉPOQUE DE L'ANNEE	Côtés est ou ouest	Côté sud	Côté nord
Epoque des chaleurs, du 22/6 au 26/8.	74493 cal.	92094	calories
Epoque de transition vers l'automne, du 27/8 au 1/10.	32501 »	63785	»
Epoque de chauffage artificiel, du 2/10 au 15/5.	82339 »	199041	— »
Epoque de transition vers le printemps, du 16/5 au 21/6.	33070 »	35165	— »

Il résulte de ces chiffres, qu'en été la surface située au sud reçoit plus de chaleur que celles qui sont à l'ouest ou à l'est et qu'en hiver elle en reçoit moins.

Orientation d'une maison isolée.

Pour les motifs qui précèdent, une habitation isolée et librement exposée, avec les pièces principales situées d'un même côté devra être orientée de l'ouest à l'est et l'on

établira peu ou pas de fenêtres à l'est et à l'ouest tandis qu'on en placera un grand nombre au sud. Grâce à cette disposition, pendant la saison chaude, les faces est et ouest qui reçoivent la plus grande partie des rayons du soleil, les absorberont et la chaleur qui leur arrive ainsi servira à déterminer les phénomènes d'évaporation ou bien sera abandonnée à l'atmosphère aussitôt que le soleil aura disparu : de cette façon, environ 1/5 seulement pénétrera à l'intérieur des appartements. D'autre part, les rayons lumineux du soleil qui pénètrent par les fenêtres situées au sud, viennent frapper le parquet à peu de distance de ces dernières, et les rayons obscurs sont absorbés. En hiver, par contre, alors que l'on a besoin de chaleur, les faibles rayons solaires qui arrivent sur les faces est et ouest ne pénètrent pas dans les habitations, tandis que les rayons plus chauds du midi éclairent et échauffent largement les appartements dans toute leur étendue.

La *Fig. 49* représente la disposition des pièces et des fenêtres du rez-de-chaussée et du premier étage d'une maison bâtie sur le penchant d'une colline s'étendant du N. au S., abritée au N. et au N. O. et librement exposée par ses autres faces. La cuisine se trouve dans les caves, dont les parties situées sur le devant, ont un pavement en béton placé à la hauteur de la surface du sol. A la pièce dans laquelle on séjourne habituellement, est annexée une véranda dépassant le premier étage, qui laisse entrer directement la lumière diffuse du jour et les rayons du soleil en hiver, tandis qu'elle leur fait obstacle pendant les saisons chaudes. Le toit betoné de la véranda constitue une plate-forme sur laquelle s'ouvrent par des doubles portes deux chambres à coucher.

Largeur et direction des rues.

Dans nos contrées, si l'on veut que, même au 21 décembre, alors que le soleil est à une hauteur de 18° environ, une maison reçoive toute la lumière et toute la chaleur solaires, il faut qu'aucune ombre ne soit projetée sur elle par une maison d'une hauteur *(h)* qui serait située en face. Ce résultat est atteint, pour une rue dont la direction est parallèle à l'équateur, quand elle a une largeur *(l)* égale à 2 1/2 *h*. Veut-on se contenter de soumettre à l'action des rayons du soleil, seulement la partie située au-dessus de la tablette des fenêtres, une distance entre les deux maisons égale à 2 *h*. est suffisante : cela donnerait pour des

maisons de 20 m. de hauteur des rues de 40 m. de largeur. En raison de la valeur considérable des terrains en ville, on ne peut donner aux rues de pareilles dimensions. Il en résulte que dans une rue à direction parallèle à l'équateur, comme nous l'avons supposée, les faces N. des deux rangées de maisons ne reçoivent généralement pas de lumière ni de chaleur solaires.

Direction de l'équateur.

Si cette direction équatoriale convient pour une maison isolée dont les pièces principales sont situées au sud, il n'en est donc pas de même pour les rues.

Direction du méridien.

Si, d'après les indications de *Vogt* de Berne, on donnait aux rues une direction parallèle au méridien terrestre (du N. au S.), les deux façades des deux rangées de maisons recevraient les rayons du soleil; mais elles les recevraient moins en hiver et beaucoup plus en été que par une direction équatoriale.

De plus, avec des maisons de 20 m. de hauteur, pour que les façades fussent éclairées jusqu'à leur base, l'une de 10 à 12 heures et l'autre de 12 à 2 heures au 21 décembre, comme le veut *Vogt*, il faudrait que les rues eussent 43 m. de largeur.

Dans les deux cas, des rues se coupant à angle droit auraient les avantages et les inconvénients de l'autre système.

Rues diagonales.

En raison des dépenses élevées, des inconvénients et des incommodités qu'elles entraînent, on renonce aux rues trop larges et on leur donne une direction diagonale.

Si l'on adopte, comme on l'a maintes fois recommandé avec raison, une largeur de rue égale à la hauteur des maisons ($h = l$) et si on leur donne une direction du N. E. au S. O. ou du S. E. au N. O., les façades des deux côtés recevront de la lumière.

Cependant pendant la période du solstice d'hiver la façade S. O. d'une rue dirigée du N. O. au S. E. et la façade S. E. d'une rue allant du N. E. au S. O. ne recevront la lumière directe du soleil qu'aux étages supérieurs. On obtient une meilleure exposition au soleil quand la largeur de la rue égale une fois et demi la hauteur des maisons. Toutefois des rues d'une largeur égale à la hauteur des habitations ($h = l$) peuvent suffire si le derrière de la maison est éloigné de la même distance d'autres constructions de façon à recevoir lui aussi sa part de lumière.

Cours.

Dans les villes les cours résultent de la juxtaposition de plusieurs maisons ou de la construction d'un grand nombre

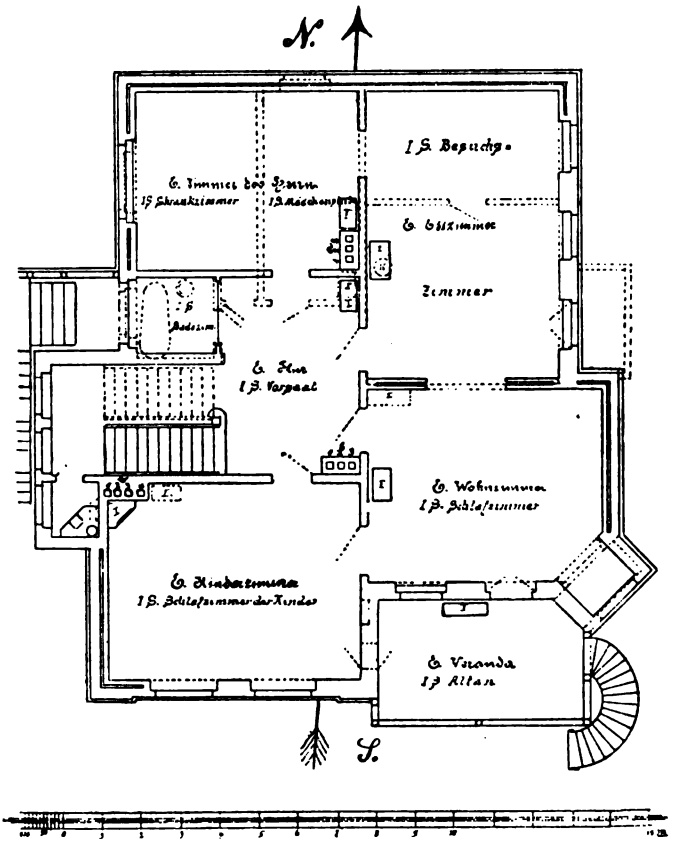


Fig. 49. Plan d'une maison dans un quartier de villas à Jena. Les pièces du rez-de-chaussée sont indiquées par la lettre E Les pièces marquées des lettres I S, les délimitations des chambres et les emplacements des portes qui sont en pointillé sont à l'étage. *a* 1 Cheminée de la salle de réception. *a* 2 Cheminée pour le chauffage central. *a* 3 Cheminée de ventilation de la chambre des maîtres. *b* 1 Cheminée de ventilation de la chambre à coucher des enfants. *b* 2 Cheminée de ventilation de la pièce dans laquelle on se tient habituellement. *b* 3 Cheminée de ventilation de la chambre à coucher. *c* 1 Cheminée de ventilation du tuyau de chûte et du cabinet d'aisance. *c* 2 Cheminée de la cuisine. *c* 3 Tuyau de ventilation pour recevoir les vapeurs de la cuisine. *c* 4 Tuyau de ventilation pour la chambre des enfants. I Appareil de chauffage (*Beschem et Post*). II Poêle à combustion lente se chargeant par la partie supérieure.

Thür : porte. *Zimmer des Herrn* : chambre du maître. — *Esszimmer* : salle à manger. — *Wohnzimmer* : pièce dans laquelle on se tient habituellement. — *Kinderzimmer* : chambre des enfants. — *Schrankzimmer* : chambre contenant des armoires. — *Mädchenstube* : chambre de domestique. — *Besuchszimmer* : salon. — *Vorsaal* : antichambre — *Schlafzimmer* : chambre à coucher. — *Schlafzimmer der Kinder* : chambre à coucher des enfants. — *Altan* : plate-forme. — *Badezim* : salle de bain.

de bâtiments sur un terrain donné. Lorsque le terrain a peu de largeur à front de rue et a une grande profondeur, non seulement la pièce destinée aux travaux du ménage, mais même la pièce dans laquelle on séjourne habituellement et la chambre à coucher se trouvent sur le derrière; il faut donc qu'on y rencontre les mêmes condititions d'éclairage et d'exposition au soleil que du côté de la rue. Est-il encore possible de réaliser ce desideratum, juste en lui-même, dans les vieux quartiers des villes? C'est une autre question!

D'une manière générale, les petites agglomérations de maisons sont préférables aux grandes, parce que l'étendue à front de rue par rapport aux dimensions totales du terrain bâti, est plus grande et par suite, la maison reçoit plus d'air et de lumière.

3. Lumière. La lumière directe des rayons solaires intervient moins, en règle générale, dans l'éclairage de l'intérieur des maisons que la lumière diffuse. C'est sur cette dernière que l'attention doit être portée en première ligne lors du choix de l'emplacement et de l'orientation des habitations.

Quantité de lumière. Il faut qu'une pièce reçoive une quantité de lumière suffisant amplement, pour l'exécution des travaux auxquels on compte s'y livrer.

La pièce où l'on se tient habituellement doit autant que possible être assez claire pour qu'on puisse lire et écrire aisément dans toute son étendue. Pour cela il faut une quantité de lumière égale à 10 bougies-mètres (voir chapitre de l'éclairage).

Intensité de la lumière. La lumière diffuse du ciel est d'autant plus intense qu'elle provient de points du ciel situés plus près du soleil; abstraction faite de cette circonstance, la lumière provenant des régions moyennes de la voûte céleste est plus vive que celle qui provient de l'horizon.

Dispostion des fenêtres. Lorsque les fenêtres s'élèvent jusqu'au plafond et lorsqu'en même temps les chambres n'ont pas une trop grande profondeur, la lumière venant du zénith s'étend loin dans ces dernières; si, en outre, les dimensions des fenêtres sont telles qu'elles représentent environ 1/5 de la surface du parquet, l'éclairage est suffisant.

La difficulté consiste, pour les maisons qui ne sont pas isolées à les rendre accessibles à la lumière provenant d'une étendue suffisante du ciel.

Ici encore, les maisons situées en face constituent un obstacle.

Largeur de rues.

Si nous admettons, comme plus haut, que la largeur de la rue égale la hauteur des maisons, les chambres de l'étage recevront suffisamment de lumière. Mais au rez-de-chaussée, la lumière directe du ciel ne pénétrera pas à plus de 2 mètres de profondeur; le reste de la pièce ne sera éclairé que par de la lumière réfléchie, et l'on ne pourra s'y livrer à un travail exigeant de la précision. La réalisation du desideratum déjà énoncé à propos de l'exposition au soleil — une largeur de rue égale à 1 1/2 fois la hauteur des maisons —, rendrait ici également de grands services.

Places publiques. Les parcs publics sont établis pour les habitants des villes qui ne jouissent de l'air, de la lumière et de la chaleur solaire, que dans des proportions restreintes, ou pour ceux qui ont tout particulièrement besoin de l'influence bienfaisante de ces divers facteurs hygiéniques, comme les enfants, les vieillards, les personnes convalescentes et affaiblies. Ces parcs ou squares seront plantés d'arbrisseaux et d'arbres et munis de bancs; mais il ne faut pas tomber dans l'excès en poursuivant uniquement un but décoratif.

Il n'est pas nécessaire que ces squares soient bien vastes; ils devraient se trouver non pas sur le trajet, mais à côté des rues; il est désirable aussi qu'ils soient assez nombreux pour que partout les habitants y aient aisément accès.

Les administrations publiques devraient soigner pour que dans un voisinage très rapproché, il y ait une grande place de jeu à l'usage de gens de tout âge, jeunes et vieux.

b) Eloignement des causes de maladies infectieuses.

Les maladies infectieuses se développent d'autant plus aisément, que la population est plus dense et que les relations entre les habitants sont plus suivies.

1. Isolement des habitations. A ce point de vue, les maisons de petites dimensions réservées à une seule ou à un petit nombre de familles, doivent être préférées aux vastes immeubles de nos grandes villes, qui abritent souvent bien au delà de cent personnes.

Cependant, même dans ces sortes d'habitations, il faut s'efforcer de réaliser un certain isolement. On peut y arriver en élevant plusieurs murs mitoyens, et en établissant un grand nombre de sorties, et des vestibules séparés l'un de l'autre, de telle façon, qu'il n'y ait pas plus de deux familles du même palier, qui utilisent la même entrée (*Voir la Fig. 97* au chapitre de l'Hygiène industrielle).

2. Propreté. Le danger de développement de maladies infectieuses est d'autant moindre que la propreté est plus grande. On doit veiller soigneusement sur l'adduction de l'eau propre et sur l'éloignement des eaux sales. Pour maintenir les rues et les cours propres, il faut que le pavage permette un écoulement rapide de l'eau qui tombe, qu'il soit suffisamment uni, imperméable et facile à nettoyer; le macadam ne répond aucunement à ces exigences; un pavement, soit en pierres avec les joints remplis de gravier ou de goudron, soit en béton, ou en bois, est préférable : on entretient la propreté de ces pavements par le balayage ou par le lavage. L'arrosage des rues n'empêche la poussière de s'élever dans l'air, que si elle n'est pas en couche trop épaisse; il devrait donc être précédé d'un nettoyage aussi complet que possible.

Pavage.

On doit porter toute son attention sur la propreté des cours. Les balayures doivent être conservées dans des caisses en fer ou en pierres bien fermées, en attendant de les vider aussitôt que faire se peut. Il faut défendre de déverser les eaux sales sur le sol. Les cours doivent être balayées ou lavées tous les jours.

III. Règlement sur les bâtisses.

Les règlements sur les bâtisses peuvent et doivent toujours imposer l'exécution de tout ce qu'exige l'entretien de la propreté. Ils peuvent également réaliser le desidératum de l'isolement des habitations particulières. Par contre, c'est une chose difficile et souvent irréalisable, que d'assurer toutes les conditions nécessaires à l'aérage et à l'éclairage.

Les prescriptions réglementaires devront, tout d'abord, distinguer entre les terrains déjà bâtis et ceux qui ne le sont pas encore.

Dans le premier cas, les mesures hygiéniques ne peuvent être appliquées qu'avec une grande réserve, et il faut bien renoncer à maints désidérata. Règlement pour les terrains déjà bâtis.

Mais s'il s'agit de terrains non encore bâtis, ou de reconstructions, on a l'occasion d'améliorer les conditions sanitaires mauvaises. On peut alors obtenir un élargissement absolu de la rue en reculant les maisons, ou bien un élargissement relatif en réduisant le nombre des étages. On peut également prescrire de ne bâtir que sur une étendue limitée du terrain, et réserver ainsi plus de place pour la cour.

On doit pouvoir fermer ou exproprier des maisons reconnues inhabitables pour des motifs de salubrité.

Les pièces insalubres des maisons défectueuses doivent être signalées comme impropres à l'occupation.

Il faut instituer une police des habitations dont les attributions consistent, non seulement à faire exécuter les prescriptions concernant la construction des maisons et à s'assurer de la salubrité des habitations à louer, mais encore à surveiller la façon dont on utilise les diverses pièces. Police des habitations.

Les règlements concernant les quartiers en construction, doivent être beaucoup plus sévères que ceux qui s'appliquent aux quartiers déjà bâtis, et ils doivent, tout au moins, formuler les exigences minima relatives à l'éclairage et à l'aération. Règlements pour les constructions nouvelles.

On devrait également, en Allemagne, faire une application plus fréquente du § 23 de la législation de l'empire, qui permet aux autorités locales de reléguer dans certains endroits déterminés, les industries dont l'établissement est soumis à une autorisation préalable (§ 16 de la législation sur l'industrie), et de défendre leur installation dans d'autres endroits. Jusqu'à présent, les villes ont peu profité de cette latitude, sans doute parce que, pour des raisons utilitaires (voisinage des chemins de fer, etc.), ces sortes d'industries se groupent d'elles-mêmes dans certaines localités, tandis qu'elles en délaissent d'autres. Les industries qui ne peuvent s'établir sans autorisation, sont celles qui donnent lieu à des dangers d'incendie, celles qui produisent des substances toxiques, ou dégageant de mauvaises odeurs, enfin celles qui font beaucoup de bruit.

Les règlements devraient en outre, faire une distinction entre les localités situées tout à fait en dehors des villes, et les Localités éloignées des villes et faubourgs.

faubourgs. Dans ces derniers on devra imposer, sur certains points, plus que le minimum des exigences de l'hygiène et assurer très largement l'accès de l'air et de la lumière. On y parviendra en construisant les maisons non pas dans l'alignement de la rue, mais en retrait à une certaine distance, laissant un espace ou jardin entre la rue et l'habitation.

Dans ce même ordre d'idées, on fixe un intervalle entre les maisons en laissant, comme on le prescrit d'habitude, un espace de 3 à 4 mètres entre l'habitation et la limite du terrain voisin. On peut, en outre, limiter la hauteur des bâtiments et arriver ainsi à construire des quartiers de villas, offrant les meilleures conditions de salubrité et où l'on trouve, loin du bruit des foules, le repos et la tranquillité.

Température des habitations.

I. De la protection contre la chaleur.

Dans nos contrées, pendant les mois les plus chauds de l'année, les rayons du soleil peuvent envoyer une grande quantité de calorique au toit et aux murs, surtout à ceux qui sont situés à l'est et à l'ouest. Rayonnement solaire.

Les maisons qui font partie d'une rue, ont moins à souffrir de ce rayonnement solaire que celles qui sont isolées, et les étages inférieurs moins également que les étages supérieurs. Pour s'opposer à une trop forte élévation de la température à l'intérieur des habitations, on dispose contre ou devant la face extérieure des murs, des plantes ou des objets qui projettent de l'ombre; on recouvre ces murs d'une peinture blanche; on établit dans leur épaisseur, une large circulation d'air en y ménageant — ainsi que nous l'avons exposé plus haut — un espace libre, mis en communication avec l'air extérieur, au moyen d'ouvertures, situées à la partie supérieure et à la partie inférieure de leur paroi externe. Nous avons déjà dit qu'il faut interposer entre le toit et le plafond des appartements, une couche d'air susceptible d'être renouvelée. Si ces mesures ne sont pas applicables, il ne reste plus qu'à recourir à une large ventilation des pièces de la maison. Quant au refroidissement résultant de l'absorption de calorique qui accompagne l'évaporation de l'eau ou la fonte de la glace, il Protection contre la chaleur.

est insignifiant à côté de la grande quantité de chaleur qui pénètre dans les murs.

La chaleur solaire qui entre par les fenêtres, est arrêtée par des stores ou des jalousies placées à l'extérieur.

II. De la protection contre le froid.

A. Chaleur nécessaire et matériaux de chauffage.

Chaleur nécessaire.

En règle générale, on recherche moins une protection contre la chaleur que contre le froid. En hiver, la température prise à la hauteur de la tête, doit être d'environ 23° dans des salles de bains; de 18 à 20° dans les pièces où l'on séjourne habituellement, dans les écoles, etc.; de 14 à 15° dans les chambres à coucher; de 18° dans les chambres d'enfants et les ateliers; de 10 à 12° dans les compartiments de chemins de fer et les églises.

Pour savoir combien de calorique il faut fournir pour maintenir ces températures, il est nécessaire de connaître la quantité de chaleur qui est émise par les locaux à chauffer.

Déperdition de chaleur.

Cette déperdition est proportionnelle à la surface des parois de ces locaux, et dépend ensuite de la nature des objets ambiants.

Une surface d'un mètre carré d'un mur intérieur en bonnes briques, abandonne par heure, pour une différence de température de 1° C. : si le mur est épais de 15 centimètres (une demi-brique), 1,98 grandes unités de chaleur; de 30 centimètres (une brique avec le crépissage), 1,43; de 45 centimètres (1 1/2 brique), 1,18; de 60 centimètres (deux briques), 0,81 unités. Un mur extérieur abandonne : s'il a une brique d'épaisseur, 1,55; 1 1/2 brique, 1,15; 2 briques, 0,90 unités de chaleur; dans les mêmes conditions, la perte de chaleur par des doubles fenêtres est de 2,0 unités; par des fenêtres simples et par les portes 3,5; par les planchers 0,5; par les toits 0,5 quand les chambres des étages supérieurs sont chauffées et 0,7 quand elles ne le sont pas.

Pour calculer la quantité de calorique nécessaire, on prend pour base les températures que doivent avoir les pièces que

l'on veut chauffer, températures indiquées ci-dessus, et on admet que la température extérieure la plus froide dans le centre de l'Allemagne est de —20°. On cherche, en se basant sur les données que nous venons de fournir, quelle est la déperdition de chaleur par degré de différence entre la température de la chambre et la température extérieure, pour une pièce dans laquelle on séjourne, en multipliant le chiffre ainsi constaté par 40, on obtient la déperdition totale de calorique par heure.

Si la pièce est située au nord ou bien est exposée aux vents dominants, il faut augmenter de 10 % cette somme de calorique perdu.

Ces déperditions de chaleur doivent être compensées par un apport correspondant de calorique. Quand le chauffage est intermittent, il se fait un refroidissement intense la nuit; pour compenser cette perte, il faut fournir 10 % de plus de calorique pour des maisons abritées et 30 % pour celles qui sont librement exposées.

Une partie de la chaleur des habitations leur est fournie par l'air extérieur, une autre provient du rayonnement des parois dont nous avons parlé plus haut, et de la pénétration des rayons lumineux du soleil par les fenêtres. Les rayons à courtes ondulations, les rayons lumineux, traversent le verre sans obstacle; ils sont absorbés par les objets qui se trouvent dans l'intérieur de l'habitation et transformés en rayons calorifiques sombres, au passage desquels le verre fait obstacle. La chaleur est ainsi, dans une certaine mesure, emprisonnée. Le reste de calorique encore nécessaire doit être fourni par le chauffage. Mais il est à remarquer que les sources de chaleur que nous avons indiquées en premier lieu, sont inconstantes : il en résulte que le chauffage d'une habitation doit être établi de telle façon qu'à lui seul, il puisse couvrir la totalité des déperditions de calorique. Sources de chaleur.

Le calorique que fournit le chauffage est produit par les phénomènes de combustion.

Les matériaux de combustion sont caractérisés par leur richesse en C et en H. Les parties qui ne sont susceptibles, ni de combustion, ni de volatilisation constituent les cendres. Les matières combustibles sont des corps solides ou fluides, bois, houille, pétrole, gaz : ces derniers sont constitués

principalement par des carbures hydriques, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone.

Définitions. On distingue pour les combustibles, la propriété de s'allumer avec plus ou moins de facilité, — la tourbe s'allume plus facilement que l'anthracite — et la propriété de brûler avec flamme; cette dernière qualité n'appartient qu'aux corps qui donnent naissance, sous l'action de la chaleur, à des gaz susceptibles de brûler. La houille brûle avec flamme, le coke pas. — La combustion a pour effet de produire du calorique ; on distingue sous ce rapport : 1° l'effet calorifique ou l'effet absolu, c'est-à-dire le nombre d'unités de chaleur exprimé en nombre de kilos d'eau, dont la température peut être élevée d'un degré, par la combustion d'un kilog. de la substance envisagée ; 2° l'effet pyrométrique ou l'effet de chauffage, c'est-à-dire le degré d'élévation de température qui peut être atteint, par suite de la combustion d'un kilog. de matières. La valeur d'un combustible est constituée par le rapport entre ces deux effets d'une part, et le prix de ce combustible d'autre part. Le tableau suivant montre le rendement de calorique des combustibles les plus usuels.

Combustible.	Rendement de calorique.	
	Absolu. Unités de chaleur.	Pyrométrique. Degrés centigrades.
Bois	2990	1950
Tourbe	2740-3900	2110
Houille brune, lignite	4180	2250
Houille	5000-8000	—
Charbon de bois	7440	2480
Coke	6800	2480
Anthracite	8000	2510
Gaz d'éclairage	10110	—

Afflux d'air. La combustion ne peut se produire sans oxygène. Son intensité est en rapport avec la quantité plus ou moins grande d'air fournie : 1 kilo de carbone utilise 8,7 m³ et 1 kilo d'hydrogène 26 m³ d'air pour se brûler et se transformer en acide carbonique et eau. En pratique, il faut qu'il y ait un volume d'air au moins double, parce que la combustion complète ne se produit qu'en présence d'un excès d'oxygène. D'autre part, on ne doit pas perdre de vue que s'il arrive une

quantité d'air trop grande, une forte partie de l'effet de chauffage se perd à échauffer cet air.

Souvent, il n'y a pas plus de 30 % de la chaleur produite par un poêle qui est réellement utilisée ; on n'arrive pour ainsi dire jamais à 75 %; avec les foyers de cheminées l'effet utile n'est que de 5 %.

Inconvénients de la fumée.

Lorsque le combustible ne brûle pas complètement, une partie se répand dans l'air sous forme de fumée, de suie. Cet air produit alors une impression désagréable, et pour des personnes débilitées, âgées ou convalescentes, il devient nuisible, soit directement, en déterminant des catarrhes ou en empêchant la guérison de catarrhes existants, soit indirectement, en rendant impossible la ventilation dont l'habitation a besoin. Il n'existe pas, en Allemagne, de loi concernant les inconvénients de la fumée; par-ci par-là il y a des ordonnances locales. On prévient la production de fumée de différentes façons : d'abord en mettant du charbon dans le foyer, non pas à intervalles plus ou moins longs, mais d'une manière continue et par petites quantités; puis en y faisant arriver de l'air déjà échauffé; ensuite en établissant à l'intérieur du foyer un rétrécissement (Feuerbrücke) destiné à mélanger intimement avec les gaz de combustion l'oxygène de l'air préalablement chauffé; enfin on réalise encore le but poursuivi, en utilisant le gaz qu'on a séparé du combustible et en le brûlant mélangé avec de l'air chaud (chauffage au gaz). Dans le poêle de *Kaufer* (*Fig. 50*), le rétrécissement (Feuerbrücke) et l'arrivée de l'air sont indiqués.

B. Qualités d'un bon système de chauffage.

Un bon système de chauffage doit, tout d'abord, bien utiliser les matériaux de combustion; il faut en outre:

Réglage.

1° Qu'il fournisse, en toutes circonstances, la quantité de chaleur que l'on désire, en d'autres termes, qu'on puisse le régler.

Uniformité.

2° Qu'il procure une chaleur uniforme et douce. Une pièce n'a une température convenable et agréable, que si non seulement l'air, mais encore les meubles, les murs, le plafond et le plancher sont échauffés. Le meilleur moyen de donner une

bonne température aux chambres, c'est le chauffage continu. Les murs s'échauffent alors assez uniformément par l'absorption insensible de chaleur et l'on n'observe pas entre le plafond et le plancher, entre l'air et les parois, les différences de température si élevées et si désagréables qui résultent d'un chauffage discontinu et, par le fait même, plus intense à certains moments.

Foyer à double enveloppe.

Une bonne circulation d'air contribue également à rendre le chauffage égal : pour la réaliser, on entoure le foyer d'une double enveloppe ; celle-ci empêche le rayonnement et d'un autre côté, elle fait monter l'air chaud vers le plafond ; en même temps, la couche d'air froid qui se trouve au niveau du plancher, est attirée dans l'espace qui sépare les deux enveloppes et il se produit, de cette façon, un courant d'air énergique, ainsi qu'un transport et une répartition convenables du calorique.

Si l'on reçoit d'un côté la chaleur rayonnante d'un foyer ardent et si, de l'autre côté, on cède du calorique aux parois, il en résulte une sensation désagréable, non seulement pour les personnes sensibles, mais pour tout le monde : on dit qu'il tire à travers le mur. Cette expression s'explique, parce que le refroidissement provenant de la perte de chaleur par rayonnement, produit la même impression que le froid résultant d'un courant d'air.

Humidité suffisante.

3° Qu'il ne dessèche pas outre mesure. L'air introduit dans une pièce à chauffer, est chargé de la quantité d'eau qu'il avait à l'extérieur ; mais par suite de l'élévation de température, il devient capable d'en contenir une quantité plus considérable. Il en résulte que plus l'air extérieur est sec et l'air intérieur chaud, plus le déficit de saturation est grand et l'humidité relative faible. Au bout d'un certain temps, le déficit de saturation est en partie couvert par soustraction d'eau aux murs, au corps des personnes qui se trouvent dans la pièce, etc., et ainsi, la sensation pénible de sécheresse disparaît. Les choses se passent autrement quand l'air se renouvelle activement, parce qu'alors, l'intérieur des locaux doit céder toujours de nouvelles quantités d'eau. Dans une pièce occupée par une ou plusieurs personnes, on éprouve une sensation agréable quand l'humidité relative est d'environ 40 %.

Humectation.

Pour arriver à ce degré d'humidité il faut, quand la ventilation est active, mélanger de la vapeur d'eau à l'air échauffé.

Dans ce but on dispose sur les poèles, de larges bassins remplis d'eau, on suspend au-dessus des foyers des pièces d'étoffes mouillées, on fait passer l'air, par exemple en cas de chauffage central par l'air chaud, sur de grands réservoirs d'eau ou sur des surfaces humides, ou bien on lui fait traverser, après qu'il s'est échauffé, une pluie fine, ou enfin, on le mélange avec de la vapeur, etc.

4° Qu'il ne vicie pas l'air de l'habitation par des produits gazeux ou par des poussières.

Il y a production de poussières avec les appareils de chauffage que l'on charge et que l'on nettoie dans l'appartement même. Poussière.

Les gaz peuvent être déversés dans l'air, par l'appareil de chauffage lui-même, ou bien être produits à sa surface extérieure. Gaz.

Les poussières de l'air, constituées en majeure partie par des particules organiques, se déposent sur la surface de chauffe et y subissent la distillation sèche. Il en résulte des produits empyreumatiques qui, en se répandant dans l'air, lui communiquent une mauvaise odeur et font naître une sensation de sécheresse et de grattement dans la gorge. Souvent, quand on se plaint de sécheresse de l'air, ce sont ces produits qu'il faut accuser.

Les gaz peuvent se dégager des poèles, quand ils trouvent plus de facilité à s'échapper vers l'intérieur de la pièce que par la cheminée. Pour prévenir cet inconvénient, il faut donner aux parois des poèles une bonne épaisseur, les relier avec soin à la cheminée et faire en sorte que celle-ci tire bien, c'est-à-dire qu'elle s'élève jusqu'au-dessus du faîte des maisons voisines.

On admettait autrefois que l'oxyde de carbone traverse les parois des poèles en fonte, quand elles sont portées au rouge. Cette opinion a été reconnue erronée; si le tirage est défectueux et la combustion incomplète, des vapeurs de houille, et avec elles de l'oxyde de carbone, pénètrent dans la pièce à travers les pores et les fissures qui existent presque toujours, mais pas à travers la fonte elle-même. Oxyde de carbone.

Les clefs placées entre le poèle et la cheminée sont une source de dangers alors même qu'elles sont pourvues d'une ouverture, celle-ci se bouchant insensiblement par la suie. Il Clefs des poèles.

devrait y avoir une ordonnance de police défendant leur emploi. Le but que l'on poursuit, la conservation de la chaleur, est réalisé d'une manière suffisante, en disposant les portes du foyer qui servent à régler l'arrivée de l'air, de telle façon qu'on puisse les fermer hermétiquement.

Systèmes de chauffage dangereux.

Nous devons signaler encore ici certains systèmes de chauffage qui donnent lieu à des dangers : 1° Certains poêles (Carbonnatronöfen (*)) dans lesquels on brûle un charbon de bois qui a subi une préparation spéciale, et qui n'ont aucune voie d'évacuation pour la fumée, ou qui n'en possèdent qu'une insuffisante, dégagent dans la chambre une quantité non négligeable d'oxyde de carbone. On a signalé maintes fois des empoisonnements mortels dus à cette cause; 2° Le gaz à l'eau (**), en raison de sa teneur considérable en oxyde de carbone, ne peut être utilisé que dans de très bons appareils de chauffage; 3° Les poêles à gaz, surtout ceux de petit calibre, sont ordinairement dépourvus de voie d'évacuation des produits de combustion, ou bien s'ils en possèdent une, elle n'entraîne que partiellement ces produits. Les hydrures de carbone non comburés, l'acide carbonique provenant de la combustion, déterminent des malaises et d'autres manifestations d'empoisonnement. Les appareils à gaz pour chauffage des bains, qui sont du reste pratiques, présentent le même défaut. Tous les générateurs de chaleur de ce genre, doivent être pourvus d'un système d'évacuation efficace.

C. Des différents genres de chauffage.

a) Chauffage local.

Le chauffage local peut être périodique ou continu. Pour le chauffage périodique, on utilise les cheminées-foyers et les poêles en fonte ordinaires; pour le chauffage continu on se

(*) En Allemagne, on a recommandé, sous le nom de « Carbonnatronöfen », des foyers alimentés avec du charbon de bois de hêtre, à la partie supérieure desquels se trouve un vase contenant un mélange d'une partie d'acide acétique et de 10 parties d'hyposulfite de soude. Ce mélange absorbe, pour se liquéfier, une grande quantité de chaleur, qu'il abandonne ensuite, en reprenant l'état solide (N. des T.).

(**) Le gaz à l'eau s'obtient, en faisant passer un courant de vapeur d'eau à travers des cornues remplies de charbon de bois ou de coke incandescent (N. des T.).

sert des poèles en fonte à combustion constante et des poèles massifs en terre réfractaire.

Le chauffage à l'aide de feux ouverts, ou cheminées-foyers (Kamine), est insuffisant pour notre climat; il peut être employé comme chauffage de luxe, concurremment avec un autre bon système; il convient également très bien, pour ventiler une pièce. Ordinairement il n'y a pas plus de 1/8 à 1/16 du calorique produit par les foyers ouverts, qui soit réellement utilisé pour le chauffage : ils ne chauffent que par rayonnement; il se produit en même temps un fort courant de l'air de la chambre vers le foyer et la cheminée, il en résulte que le côté du corps tourné vers le feu, est fortement chauffé par rayonnement, tandis que du côté opposé, on ressent l'impression d'un courant d'air froid. Cheminées foyers.

On remédie à cet inconvénient en faisant, d'après le procédé de *Galton*, le tuyau de fumée de la cheminée en fer, et en l'entourant d'une enveloppe en maçonnerie : l'air frais du local à chauffer, pénètre dans cette enveloppe par le bas et, après s'être échauffé autour du tuyau de fumée, rentre dans la pièce par des ouvertures pratiquées à la partie supérieure, au niveau du plafond.

Les poèles en fonte ordinaires ont l'inconvénient de donner lieu à un rayonnement intense et ainsi, à une répartition inégale de la chaleur; ils occasionnent de la poussière quand on les charge, ils s'échauffent fortement et répandent dans l'atmosphère des produits à odeur empyreumatique, ils ne se prètent pas facilement à la ventilation et exigent une surveillance continuelle. Poèles ordinaires.

Ces inconvénients sont évités par l'emploi de poèles à combustion continue qu'on entoure d'une seconde enveloppe ou manteau. Le poèle en fonte est revêtu de pierres réfractaires et sa surface présente des nervures (*) : on évite ainsi une trop grande élévation de température. On introduit, soit par la partie supérieure (Füllöfen), soit par une ouverture latérale située à la partie inférieure (Schachtöfen), le combustible pour un certain temps, un demi-jour ou un jour entier. Quand le Poèles à combustion continue.

(*) Ces nervures ont le double avantage d'augmenter la surface de chauffe et d'empêcher le métal de rougir (N. des T.).

chargement se fait par une ouverture latérale, on peut disposer l'appareil de façon à faire le remplissage, le réglage et le nettoyage dans le corridor; on évite ainsi le dégagement de poussières dans le local à chauffer. Dans tous ces poèles à combustion continue, le tirage est réglé par des portes spéciales à fermeture hermétique.

Effet de ventilation. La deuxième enveloppe a pour conséquence de créer entre elle et le poèle, un espace dans lequel se fait une circulation d'air (V. p. 202). C'est d'abord l'air du local qui pénètre dans

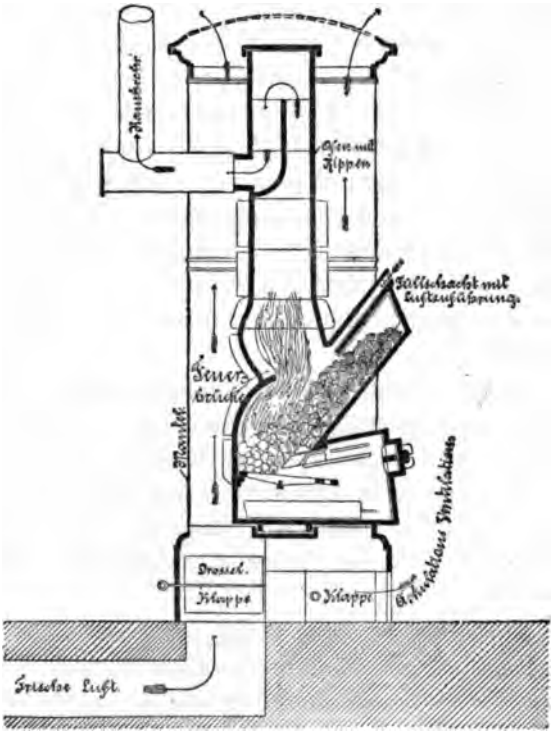


Fig. 50. Poèle à combustion continue avec ouverture sur le côté et double enveloppe (*Kaufer*).

Rauchrohr : tuyau de fumée. — *Ofen mit Rippen :* poèle avec nervures. — *Mantel :* enveloppe. — *Feuerbrucke :* rétrécissement destiné à activer la combustion. — *Fullschacht mit Luftzufuhrung :* ouverture pour le remplissage et voie d'introduction de l'air. — *Frische Luft :* air frais. — *Drossel Klappe :* registre. — *Klappe :* clef. — *Cirkulations Ventilation :* circulation de l'air intérieur.

cet espace par de larges ouvertures situées à la partie inférieure; il s'y échauffe modérément — c'est-à-dire autant que possible pas au delà de 100° C. — monte comme dans une cheminée

et se dégage à la partie supérieure du local ; après s'être refroidi au contact du plafond et des murs, il descend pour rentrer dans le foyer.

En outre, un canal situé en dessous du plancher, introduit l'air frais de l'extérieur entre les deux enveloppes du poêle (V. outre la *Fig. 50*, les *Fig. 65* et *66*). Celles-ci doivent être distantes au moins de 15 centimètres ; l'air peut ainsi circuler en grande quantité dans l'espace qui les sépare, et le manteau extérieur lui-même s'échauffe relativement peu. L'air qui a servi, est évacué par des canaux spéciaux, ou bien on l'élimine en établissant autour du tuyau en fer de la cheminée, qui est à découvert et s'échauffe fortement, une gaine s'ouvrant librement en bas et s'élevant jusqu'au-dessus du faîte de la construction (*).

Poêles en faïence.

Les poêles en terre réfractaire (Thonöfen), ou en faïence (Kachelöfen), étaient jadis préférés aux poêles en fonte, pour la raison qu'ils constituent des réservoirs abandonnant lentement la chaleur accumulée dans leur intérieur. Depuis que l'on possède dans les poêles à combustion continue décrits plus haut, des sources de chaleur constantes, ils ont été mis à l'arrière-plan en Allemagne. Ils ont, comparés aux poêles à combustion continue, des inconvénients de diverses sortes : 1) Ils associent d'une manière insuffisante la ventilation au chauffage : ce défaut peut, il est vrai, être évité en perfectionnant la construction. 2) Ils s'échauffent fort lentement : c'est encore une imperfection à laquelle on peut remédier en combinant le foyer en faïence avec une enveloppe en fonte (poêle de Thuringe). 3) L'émission de la chaleur est irrégulière. Pour les contrées froides où la température subit peu de variations, les poêles de ce genre conservent leur valeur (**).

(*) Ces poêles à double enveloppe sont parfois appelés « poêles ventilateurs ». Comme le font remarquer *F. et E. Putzeys*, ce nom ne peut s'appliquer qu'à ceux de ces appareils qui sont munis d'une prise d'air extérieur ; ceux qui en sont dépourvus, et le cas n'est que trop fréquent, provoquent simplement un mouvement et une circulation de l'air des locaux, et ils méritent simplement le nom de « poêle à circulation » (N. des T.).

(**) On utilise beaucoup actuellement dans notre pays, sous des noms variés, des poêles formés d'un cylindre en tôle ou en fonte revêtu à l'intérieur de briques réfractaires. Ils reçoivent une charge de combustible (anthracite, coke), pour 6, 12, 24 heures ; leur fonctionnement est continu et peut être réglé d'une manière précise. Ils remplacent avantageusement les poêles métalliques ordinaires. Par la réunion de briques réfractaires — matériaux mauvais conducteurs, s'échauffant lentement et abandonnant lentement aussi leur calorique — avec le métal — corps bon conducteur s'échauffant rapidement et se refroidissant de même —, on obtient des poêles qui permettent une chauffe

b) Chauffage central.

On désigne sous le nom de chauffage central, un système qui permet de chauffer tout un quartier d'une ville, des maisons entières ou de grandes parties de maisons, au moyen d'un foyer unique. Ce système présente plusieurs avantages : on n'a à soigner qu'un foyer ou qu'un petit nombre de foyers installés dans les souterrains, on peut régler facilement les feux et utiliser d'une manière uniforme et avantageuse, la chaleur produite; enfin on évite la souillure de l'air et de la maison, par la poussière, les cendres, la fumée et la suie. Mais par contre, les systèmes de chauffage central sont plus coûteux que les poèles, ils réclament un personnel possédant quelque expérience de la chose, et ils exigent une certaine surveillance; enfin l'installation doit être parfaitement appropriée aux conditions locales.

On distingue : 1) le chauffage par l'eau; 2) le chauffage par la vapeur; 3) le chauffage par l'air (*).

1). Chauffage par l'eau.

Le chauffage par l'eau se divise en *a*) chauffage par l'eau chaude à haute pression; *b*) chauffage par l'eau chaude à pression moyenne; *c*) chauffage par l'eau chaude à basse pression.

Construction. *a*) Le système de chauffage par l'eau chaude à haute pression ou par l'eau surchauffée est constitué

---

relativement rapide, et ne cèdent qu'avec une lenteur relative, leur chaleur emmagasinée. Le revêtement prévient un excès de rayonnement; il empêche le métal de prendre une température trop élevée, et par cela même de s'altérer et de brûler, à sa surface, les matières organiques de l'air.

Certains poèles à combustion lente et à faible tirage, connus sous le nom de poèles américains (poèles *Choubersky*, etc.), sont très répandus, surtout en France. Ces appareils sont constitués essentiellement d'un cylindre à double paroi dans lequel brûle le combustible, qu'on y introduit en grande quantité à la fois. Les gaz provenant de la combustion, passent dans l'espace existant entre les deux enveloppes; ils descendent et s'évacuent dans la cheminée par un tuyau fixé assez bas dans les flancs du poèle. Le cylindre se charge par le haut et est ensuite bouché, au moyen d'un couvercle pesant qui s'enfonce dans une rainure pleine de sable. Le tirage est très faible et c'est ce qui fait l'économie du procédé, mais il en résulte aussi une combustion très incomplète. Il se produit des quantités notables d'oxyde de carbone et ce gaz peut refluer dans l'appartement, si, pour une raison ou pour une autre, il y a refoulement des gaz dans la cheminée. Il s'échappe même par la rainure du couvercle, si la couche de sable n'est pas suffisamment épaisse. C'est donc un moyen de chauffage malsain et même dangereux, qui a déterminé des accidents assez nombreux. Quand on y recourt, il est absolument nécessaire que la cheminée ait un tirage convenable (N. des T.).

(*) Le nom de calorifère, si fréquemment usité, est appliqué parfois à certains genres de poèles. D'après *Péclet*, il devrait être réservé aux poèles qui puisent au-dehors l'air qu'ils chauffent (fig. 50). Mais ce terme est spécialement employé pour désigner les appareils de chauffage central, dans lesquels le foyer est loin de la pièce à chauffer; de telle sorte que la chaleur est portée du premier à la seconde (N. des T.).

par des tuyaux en fer forgé, à parois épaisses, dont une partie disposée en serpentin, est placée dans le foyer et fait office de chaudière. L'extrémité supérieure va déboucher dans la partie inférieure d'un vase d'expansion *e* (*Fig. 51*). Sur le tuyau d'ascension se greffent, au niveau de l'étage le plus élevé, les tuyaux de distribution destinés aux diverses pièces à chauffer. Dans ces pièces se trouvent les surfaces de chauffe, ou poêles à eau, que l'on place le plus souvent à l'endroit le plus froid, c'est-à-dire sous les fenêtres ; ces surfaces de chauffe sont constituées par des spirales,

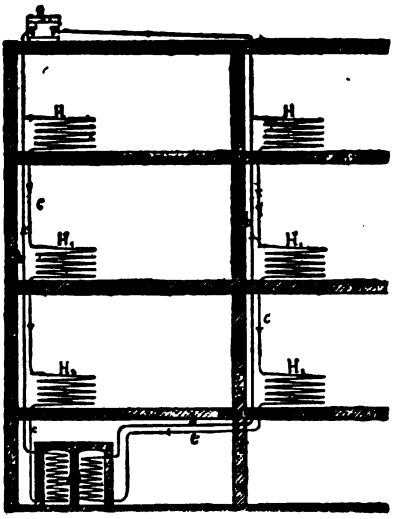


Fig. 51. Schema d'une installation de chauffage par l'eau chaude à haute pression. *A* Serpentin faisant office de chaudière ; *b* tuyau ascendant ; *c* tuyau descendant ; *e* réservoir d'expansion ; *H* surfaces de chauffe ou poêles à eau.

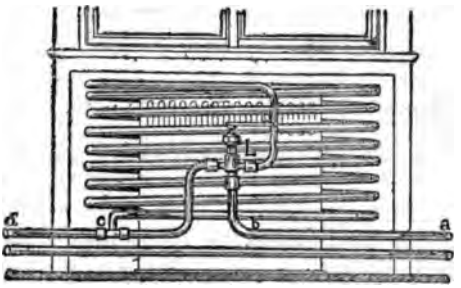


Fig. 52. Appareil de chauffage installé sous une fenêtre : *a b* tuyau d'arrivée de l'eau ; *c d* tuyau d'écoulement de l'eau ; *L* robinet à l'aide duquel on peut faire passer l'eau à travers l'appareil de chauffage, ou bien la laisser s'écouler directement, vers l'appareil suivant, par conséquent rendre le local indépendant du système de chauffage.

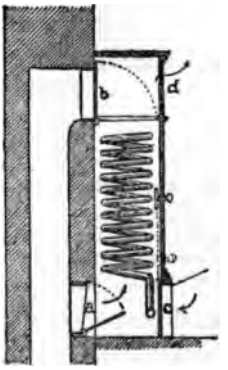


Fig. 53. Association de la ventilation et du chauffage : *a* entrée de l'air frais et *c* entrée de l'air du local, dans l'appareil de chauffe ; *d* passage de l'air chauffé et, *b* — *d* passage de l'air frais, dans le local. En ouvrant à la fois, *b* et *a*, ou bien *b* et *c*, on obtient un mélange d'air extérieur froid (*b*), soit avec l'air extérieur chauffé (*a*), soit avec de l'air du local également chauffé (*c*).

des batteries ou des registres. Le tuyau, après les avoir parcourues, se rend à l'étage situé en dessous et constitue dans la chambre sous-jacente une nouvelle surface de chauffe, puis il descend de même à l'étage encore inférieur, etc., jusqu'à ce qu'enfin il retourne au foyer pour former la partie la plus inférieure du tube, le serpentin ou chaudière (*Fig. 51-53*). Les tubes sont éprouvés à 150 atmosphères. Quand la pression

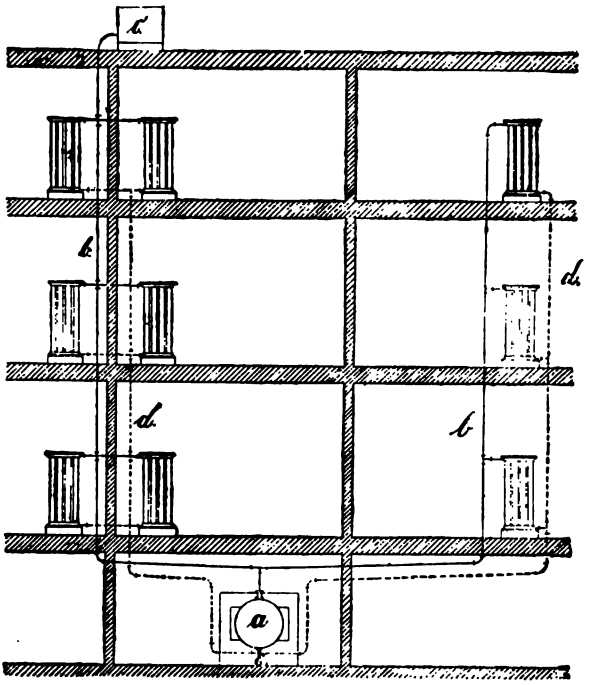


Fig. 54. Chauffage par l'eau chaude à basse pression : *a* Chaudière ; *b* tuyau ascendant avec les embranchements conduisant aux surfaces de chauffe ; *c* réservoir ; *d* tuyau d'écoulement ; *e* point de réunion des tuyaux d'écoulement en dessous de la chaudière.

atteint un degré déterminé, habituellement 15 atmosphères, ce qui correspond à 200°, le vase d'expansion laisse sortir l'eau et celle-ci rentre quand la pression diminue (*). Les ruptures, c'est-à-dire les explosions, ne se sont produites jusque maintenant, que dans les tuyaux faisant office de chaudière, situés dans le foyer.

(*) Le vase ou tube d'expansion peut se remplir d'eau si le service est fait avec négligence et ne permet plus, dès lors, la dilatation du liquide consécutive au chauffage. Il a été remplacé par une soupape de sûreté qui garantit contre la rupture des tuyaux (N. des T.).

La température des surfaces de chauffe est ordinairement de 125 à 150° C. Quand on fait arriver l'eau chaude, l'air du local s'échauffe rapidement; il se fait une élévation considérable de température, et la chute de poussières à la surface des appareils de chauffe, peut donner naissance à des produits à odeur empyreumatique. Le refroidissement s'opère rapidement, parce qu'il n'y a que quelques litres d'eau dans le Effet.

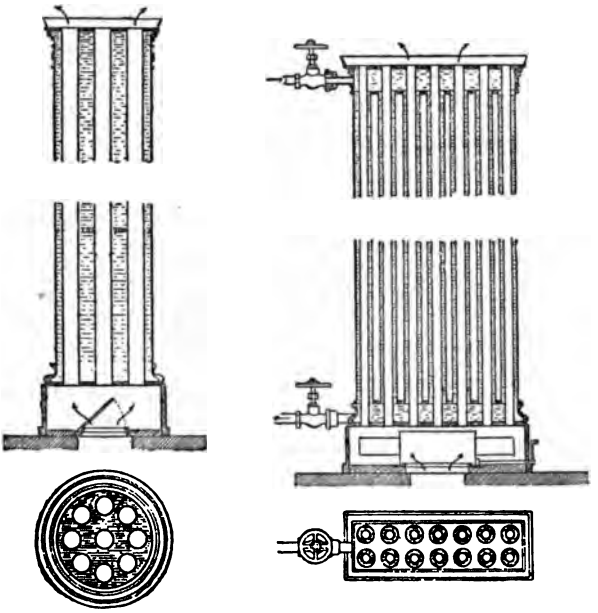


Fig. 55. Fig. 56.

Coupe longitudinale et coupe transversale d'un appareil de chauffage par l'eau à basse pression, ou « poêle à eau », de forme arrondie (Fig. 55) et de forme aplatie (Fig. 56). L'air circule suivant la direction des flèches dans le système d'espaces laissés en blanc.

système. Une semblable installation convient pour des pièces qu'on doit chauffer rapidement et pour peu de temps : salles de réunion, salles de bibliothèque, etc.

b) Lorsque l'eau n'est chauffée qu'à 120° C., ce qui correspond à une pression d'une atmosphère, on a le chauffage par l'eau chaude à pression moyenne: il ne diffère pas essentiellement du précédent.

c) Dans le système de chauffage par l'eau chaude à basse pression, l'eau est chauffée dans une chaudière qui est complètement remplie; elle monte ensuite dans un Construction.

tuyau en raison de la diminution de son poids spécifique et en chemin, elle s'écoule dans les tubes qui constituent les appareils de chauffage des divers locaux (*Fig. 54*). L'extrémité supérieure du tube d'ascension s'ouvre dans un réservoir d'expansion situé au niveau du toit. Contrairement au tuyau d'arrivée, l'appareil de chauffage, ou poêle d'eau, offre une grande surface afin qu'il s'y fasse une émission considérable de calorique (*Fig. 55 et 56*). L'échauffement de ces appareils est réglé par des robinets, qui laissent passer une plus ou moins grande quantité d'eau. L'eau, après avoir abandonné son calorique, s'écoule par le bas, et les tuyaux des diverses sections la conduisent dans un tube collecteur qui la ramène à la chaudière (*).

Particularités.

Le chauffage par l'eau à basse pression a l'inconvénient d'être d'une installation coûteuse et de chauffer lentement; il a, par contre, l'avantage de fournir une chaleur douce, de la conserver longtemps, en raison de la grande quantité d'eau, et de se régler facilement; enfin, on n'est pas exposé à se brûler au contact des surfaces de chauffe, et il ne se produit pas des températures excessives. On peut l'associer aisément avec la ventilation, quand on conduit le tuyau d'aération jusqu'à la surface de chauffe du local ou dans son intérieur.

2). Chauffage par la vapeur d'eau.

Théorie de la distribution de chaleur.

Dans le système de chauffage par la vapeur d'eau, la chaleur est fournie principalement par la condensation de la vapeur. Pour transformer 1 kilog. d'eau à 0° en vapeur à 100° C., il faut 637 unités de chaleur. Si, inversement, 1 kilog. de vapeur se transforme en eau, celle-ci ayant une température de 100° C., il y a 537 unités de chaleur qui deviennent libres par le fait de la condensation, et qui sont abandonnées au milieu ambiant, c'est-à-dire servent au chauffage. Il est assez indifférent, sous ce rapport, que la vapeur soit sous pression forte ou faible, la chaleur de condensation restant à peu près identique pour 1 kilog. de vapeur, quelle que soit sa température; seule la chaleur du liquide est augmentée.

Construction.

La vapeur est conduite dans les locaux à chauffer au moyen

(*) Le type des appareils de chauffage par l'eau chaude à basse pression, ou caloriferes à eau chaude, est le thermo-siphon que les jardiniers utilisent pour le chauffage des serres (N. des T.).

de tuyaux en fer étiré entourés d'une matière isolante; là, le tuyau, recouvert de sa couche isolante, constitue les appareils de chauffe, ou appareils condensateurs de vapeur, qui sont disposés en spirales ou en batteries, etc., et sont revêtus d'une enveloppe pour empêcher qu'on aille se brûler à leur contact.

Particularités.

La vapeur peut facilement et sans déperdition notable, être conduite horizontalement et verticalement à de grandes distances, ce qu'il est impossible de réaliser, dans une aussi large mesure, avec l'eau chaude. Ce chauffage peut être installé facilement partout et la température se règle aisément. En raison de ces avantages, le chauffage à la vapeur est beaucoup employé.

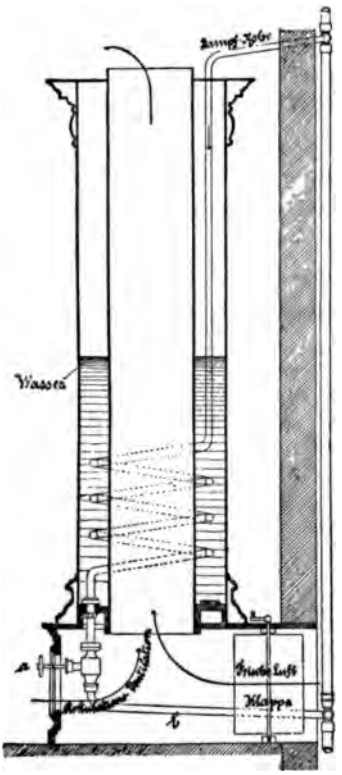


Fig. 57. Poêle à eau et à vapeur: *a* robinet destiné à régler l'arrivée de vapeur; *b* tuyau pour l'évacuation de l'eau de condensation et de la vapeur.
Dampf-Rohr : tuyau de vapeur. — *Frische Luft* : air frais. — *Klappe* : clef. — *Cirkulations-Ventilation* : circulation de l'air du local. — *Wasser* : eau.

On distingue le chauffage par la vapeur à haute pression et le chauffage par la vapeur à faible pression.

a) Dans le chauffage par la vapeur à haute pression, il y a dans la chaudière, une pression de vapeur de 3 à 4 atmosphères, pression ramenée dans la conduite, à 2 atmosphères, par une soupape de réduction. Ce genre de chauffage offre un inconvénient : les tuyaux atteignent une température élevée, brûlent les poussières qui tombent à leur surface, et peuvent devenir incommodes par suite du rayonnement de chaleur auquel ils donnent lieu. En outre, les tuyaux se refroidissent promptement aussitôt que la vapeur cesse de passer.

Chauffage par eau et vapeur.

On évite ces désagréments en recourant à un chauffage mixte à l'eau et à la vapeur. Dans ce système, la vapeur

est amenée dans un poêle contenant de l'eau; elle abandonne son calorique à une grande masse d'eau, et l'on obtient de cette façon, les effets d'un chauffage à l'eau chaude. Le poêle à eau et à vapeur représenté ci-contre, est rempli à moitié d'eau dans laquelle pénètre le tuyau de vapeur disposé en serpentin à sa partie inférieure. On règle l'arrivée de vapeur à l'aide du robinet *a*. Plus on laisse arriver de vapeur, plus l'eau s'échauffe *(Fig. 57)*.

Pour des écoles, pour des maisons d'aliénés et des établissements analogues, ce genre de chauffage s'est montré excellent.

Il existe encore d'autres inconvénients au chauffage à la vapeur, par exemple la possibilité de fuites, la production de bruits, mais les constructeurs peuvent les éviter.

b) Tandis que pour le chauffage à haute pression la vapeur a une température de 120°, pour le chauffage à faible pression elle n'a que 100 et au maximum 111° C., c'est-à-dire

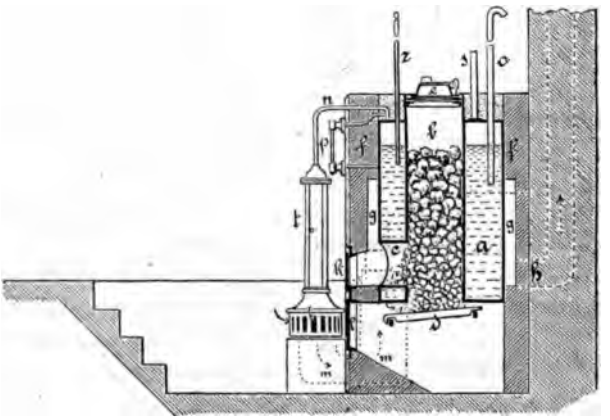


Fig. 58. Installation de la chaudière dans un système de chauffage par la vapeur sous faible pression.

a réservoir d'eau : *b* foyer ; *c* orifice du foyer ; *d* grille : *e* couvercle du foyer ; *f* mur : *g* espace qui entoure la chaudière ; *h* canal allant du foyer à la cheminée ; *i* cendrier ; *k* porte du foyer ; *l* porte du cendrier ; *m* canal amenant l'air ; *n* tuyau de vapeur se rendant au régulateur ; *o* tube de sûreté ; *p* tube indiquant le niveau de l'eau ; *r* tuyau servant à alimenter automatiquement la chaudiere ; *s* tuyau servant à la fois à conduire la vapeur et à ramener l'eau de condensation ; *t* régulateur.

une demi-atmosphère de pression. Elle pénètre dans des registres, des tuyaux à ailettes ou des poêles, s'y condense et abandonne sa chaleur de condensation. La quantité de calorique qui se dégage dépend, comme pour les autres appareils de ce genre, de l'étendue des surfaces de chauffe.

Dans la plupart des systèmes, on utilise des robinets et des soupapes pour régler l'arrivée de la vapeur et par suite la température. **Réglage par robinets.**

Fig. 59. Fig. 60

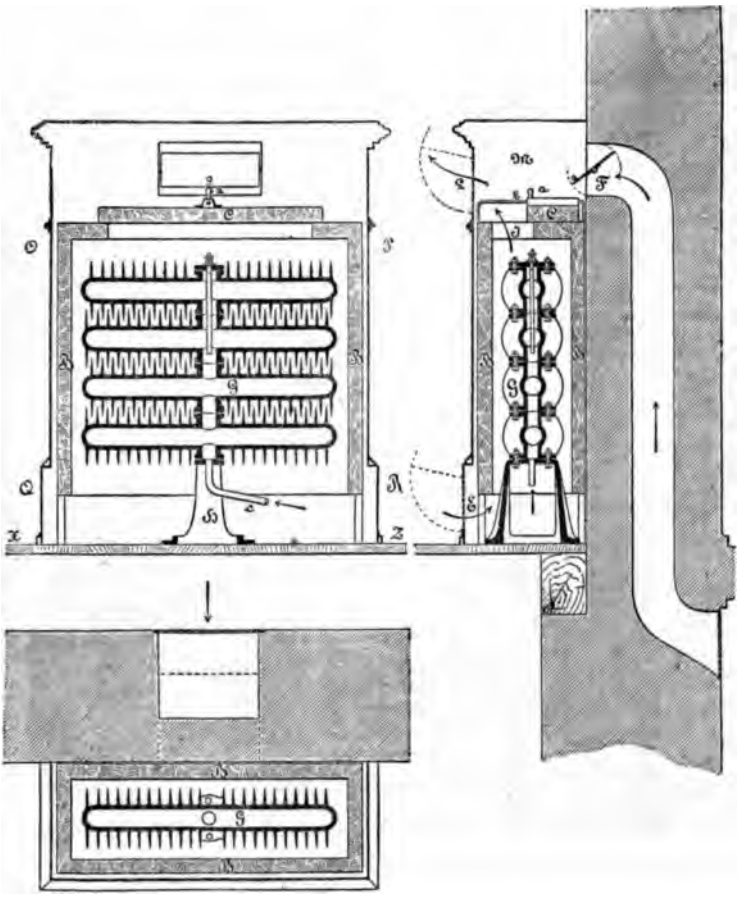


Fig. 61.

Poêle à vapeur du système *Bechem et Post.*

O P Q R Z X enveloppe ornementale ; *B* enveloppe isolante, calorifère, avec son couvercle *C*, que l'on fait mouvoir dans la glissière *b* au moyen du bouton *a* ; *G* tube à ailette de la surface de chauffe ; *H* pied ; *c* tuyau de vapeur ; *E* ouverture pour l'entrée de l'air du local ; *F* ouverture pour l'entrée de l'air frais ; *J* pénétration de l'air chaud dans l'espace *M* ou s'opère un mélange d'air ; *L* ouverture par ou l'air de la pièce qui s'est échauffé, ou le mélange de cet air avec de l'air frais, se répand dans la pièce.

Dans le système de *Bechem et Post* il en est autrement : le poêle à ailettes est entouré d'une enveloppe imperméable à la chaleur, ouverte à sa partie inférieure sur une hauteur **Enveloppe imperméable à la chaleur.**

de 15 centimètres, et munie à sa partie supérieure d'une soupape, qui peut être plus ou moins ouverte, d'après les besoins *(Fig. 59, 60, 61)*. Quand la soupape est fermée, l'air renfermé dans l'enveloppe — appelée calorifère — atteint peu à peu la température de 100°, la condensation de vapeur cesse à ce moment, et la pression s'élève dans la chaudière *(Fig. 58)*. Cette élévation de pression intervient pour proportionner la dépense de combustible à l'utilisation de la chaleur. Voici comment : l'air arrive au foyer central par un canal, sur l'ouverture duquel glisse un couvercle ; celui-ci est maintenu, par un ressort, en équilibre sur un tube en télescope qui est en communication avec la chaudière. Quand, à la suite d'une cessation complète ou partielle de pénétration de vapeur dans les appareils de chauffage, la pression augmente, elle agit sur le couvercle, le pousse vers le bas et diminue ainsi l'afflux d'air, l'ardeur du feu et la dépense de charbon.

Réglage automatique.

Ventilation.

L'association de la ventilation au chauffage se fait, pour les locaux de faibles dimensions, en mélangeant de l'air frais à l'air du local qui s'est échauffé au contact des surfaces de chauffe *(Fig. 60)*. Pour les locaux plus grands, on la réalise en installant dans le sous-sol, un foyer entouré d'une chambre d'air : l'air frais y est porté à une température d'environ 12 à 15° et est ensuite conduit dans l'appartement, où il continue à s'échauffer autour des poêles à vapeur.

Dans le système de *Bechem et Post*, la ventilation est donc rendue en partie indépendante du chauffage, ce qui constitue un avantage incontestable pendant les périodes de transition, comme le printemps et l'automne. Dans ces dernières années, ce chauffage a été beaucoup utilisé, et avec succès, dans des maisons particulières et surtout dans des écoles.

3). Chauffage par l'air.

Dans le chauffage par l'air chaud, la ventilation et le chauffage sont étroitement associés.

Installation.

L'air frais de l'extérieur est amené, soit par différence de densité pour les petites installations, soit par un propulseur pour des installations plus grandes, dans une chambre contenant un foyer appelée « chambre de chaleur ». *(Fig. 62-63)* ; il

s'y échauffe et se charge d'humidité, puis il passe dans des tuyaux où il peut être mélangé, suivant les besoins, avec de l'air froid. Ces tuyaux doivent être larges et lisses et, autant que possible, avoir un parcours vertical dans l'épaisseur des

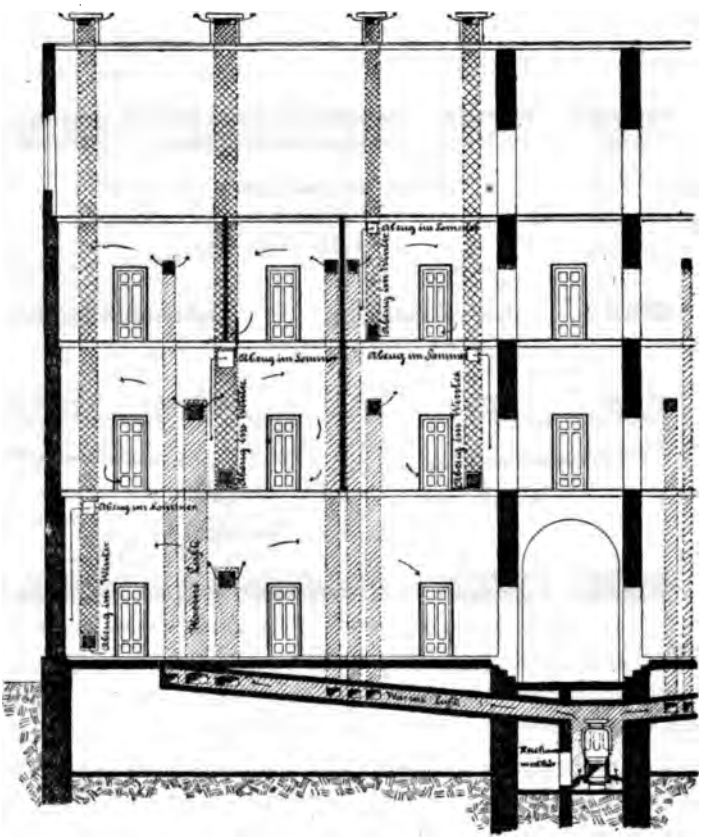


Fig. 62. Coupe longitudinale à travers le sous-sol, trois étages et le toit d'une maison possédant un chauffage central par l'air. Les tuyaux qui amènent l'air sont indiqués par des stries obliques, ceux qui l'évacuent, par des stries croisées.

Abzug im Sommer : évacuation de l'air en été. — *Abzug im Winter* : évacuation de l'air en hiver. — *Warme Luft :* air chaud. — *Heizkammerthür :* porte de la chambre d'air chaud ou « chambre de chaleur ».

murs. L'air arrive dans l'intérieur des diverses pièces que l'on veut chauffer, par des ouvertures larges — de façon à réduire la rapidité de son courant à 1/2 - 1 m. par seconde — situées un peu au-dessus de la hauteur de la tête. Il en sort par des cheminées spéciales dont les ouvertures sont placées tout près du

plancher (*) *(Fig. 62)*. Les ouvertures d'entrée doivent être pourvues de jalousies destinées à diriger vers le haut, l'air qui arrive avec une température de 40-50° C, afin que l'on n'en soit pas désagréablement impressionné. Dans le même but, *Wolpert* établit devant les orifices d'entrée de l'air, une caisse en fer s'étendant presque jusqu'au plancher et appelée « poêle à air »; ce poêle émet une faible quantité de chaleur

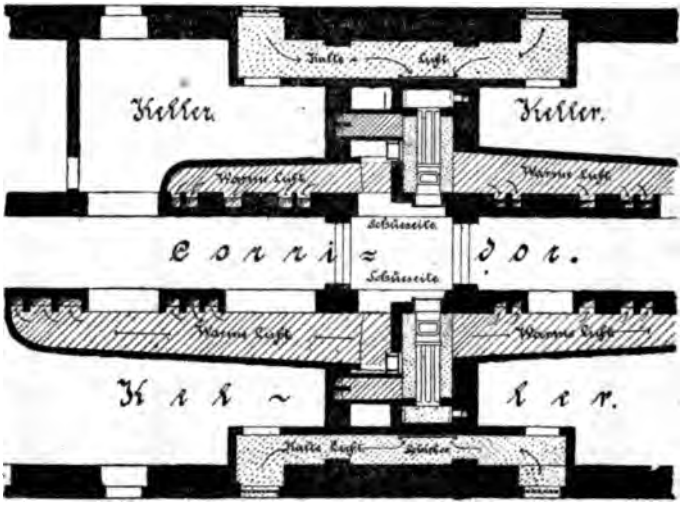


Fig. 63. Coupe perpendiculaire à travers les parties de l'installation pour le chauffage central par l'air, qui sont situées dans le souterrain. Les deux foyers destinés l'un à la moitié sud, l'autre à la moitié nord de la maison, sont placés en face l'un de l'autre.

Keller : cave. — *Kalte Luft :* air froid. — *Warme Luft :* air chaud. — *Schurseite :* endroit d'où l'on surveille le feu. — *Schieber :* registre à coulisse.

par rayonnement et dissémine bien l'air chaud sur le plancher. Grâce à ce système, la différence de température entre les parties supérieure et inférieure serait réduite à 4-5°.

Particularités. Théoriquement, le chauffage central par l'air est le meilleur, mais jusqu'à ce jour, il a donné lieu en pratique, à maints inconvénients. Ainsi il arrive que les étages supérieurs reçoivent trop de chaleur, tandis que le rez-de-chaussée en reçoit trop peu; cela tient à la hauteur différente des tuyaux d'air chaud. On obvie à cette inégale répartition de calorique,

(*) Il existe la plus grande divergence d'opinions concernant l'emplacement à donner aux bouches d'entrée de l'air neuf chauffé, et aux orifices d'extraction de l'air vicié. *F. et E. Putzeys* conseillent l'entrée vers le bas, la sortie vers le haut (*L'Hygiène dans la construction des habitations privées*, p. 170) (N. des T.).

en faisant des tuyaux plus larges pour le rez-de-chaussée que pour les étages, ou bien en se servant de registres pour modérer l'afflux d'air chaud, ou bien encore, en établissant la prise d'air chaud près du plafond pour le rez-de-chaussée, et près du plancher pour l'étage supérieur.

Quand on ouvre une porte et une fenêtre, il peut se produire un courant en sens inverse du courant de l'air du calorifère. Ensuite, quand il y a un fort vent, le côté de la maison qui y est exposé peut rester froid, alors que le côté qui est à l'abri est fortement chauffé : on remédie à cet inconvénient, en choisissant bien l'emplacement des registres et en établissant au minimum deux tuyaux pour l'air frais. On doit toujours utiliser le tuyau sur lequel le vent n'exerce pas d'aspiration, et fermer celui qui est exposé à son action.

L'air échauffé doit être chargé d'une humidité abondante, sinon, en raison des échanges rapides d'air qui se produisent, il fait naître une sensation de sécheresse. Dans la plupart des cas cependant, cette sensation n'est pas due au manque d'humidité, mais bien au mélange à l'air, des produits à odeur empyreumatique dont nous avons déjà parlé à maintes reprises. On prévient le développement de ces derniers, en utilisant de l'air exempt de poussière, et éventuellement de l'air filtré, et en ne portant pas au delà de 120°, la température du foyer.

Dans les commencements, on ne réussissait pas toujours à tenir le foyer bien fermé : en cas de mauvais temps ou de vent contraire, les gaz de combustion pénétraient alors dans la chambre de chaleur et de là dans les appartements, où ils occasionnaient, par suite de leur contenu en oxyde de carbone, des maux de tête et des malaises. On a remédié à ce défaut, par une meilleure construction des foyers, ou bien en abandonnant le chauffage de l'air par le feu, dans lequel l'air était en contact direct avec le foyer, et en le remplaçant par un chauffage au moyen de l'eau ou de la vapeur ; dans ce système, on chauffe de l'eau dans le foyer, puis on la fait circuler comme telle, ou à l'état de vapeur, dans des tuyaux qui servent à chauffer l'air de la chambre de chaleur.

Chauffage d'air par le feu, l'eau, la vapeur.

Un inconvénient du chauffage central au moyen de l'air, c'est la difficulté de séparer le chauffage de la ventilation. Si

l'on veut chauffer sans aérer, on fait une ventilation de circulation, c'est-à-dire on construit des tuyaux spéciaux qui reconduisent au calorifère, dans la chambre de chaleur, l'air refroidi, mais non vicié qui a servi à chauffer le local. Désire-t-on, au contraire, obtenir une ventilation active avec un chauffage peu intense, on chauffe peu le foyer et, au moyen d'un propulseur, on fait arriver de l'air en grande quantité dans la chambre d'air et de là dans les appartements.

D'une manière générale, disons que pour qu'un chauffage central par l'air remplisse bien ses indications, il faut que son installation soit bien faite et que son fonctionnement soit l'objet d'une surveillance attentive.

Nous ferons remarquer, en terminant, que dans les maisons possédant un chauffage central de n'importe quel système, il faut qu'il y ait toujours une pièce, ou quelques pièces pourvues de poêle à combustion continue; en cas d'accident au chauffage central, on a ainsi au moins une place que l'on peut chauffer, et s'il vient à faire froid en dehors de la période où le système central fonctionne régulièrement, ou si quelqu'un tombe malade, on a facilement une place chauffée sans devoir mettre en action l'appareil central. Dans la maison représentée par la *Fig. 49*, les salles de réception sont munies de poêles.

De la ventilation.

I. Modification de l'air des habitations par le séjour de l'homme, et rôle de la ventilation.

L'air des habitations se vicie par le séjour de l'homme. Abstraction faite de la minime diminution d'oxygène, sa composition est modifiée par suite du mélange de substances odorantes de nature organique, substances douées peut-être de propriétés toxiques, et par l'addition d'acide carbonique et d'eau. *Pettenkofer* a montré qu'il existe une certaine relation entre la quantité de matières organiques et la quantité d'acide carbonique qui proviennent de l'expiration, et que beaucoup de personnes éprouvent déjà du malaise, quand la proportion d'acide carbonique de l'air atteint 1 ‰. Modification de l'air

La vapeur d'eau émise par l'homme empêche plus ou moins le réglage de la chaleur; cet inconvénient est d'autant plus sérieux que la température d'une pièce s'élève notablement, par suite de la présence d'un certain nombre de personnes.

Un séjour prolongé ou répété dans un air vicié, a pour conséquence une diminution de la résistance du corps aux influences nuisibles à la santé.

Le rôle de la ventilation est de remplacer l'air vicié par de l'air pur. Ce rôle est suffisamment rempli, lorsque la composition de l'air d'une pièce ne diffère pas essentiellement de Rôle de la ventilation.

celle de l'air extérieur, ou encore — la teneur en acide carbonique étant prise comme mesure de la viciation de l'air — lorsque la quantité d'acide carbonique ne dépasse pas 1 ‰ et lorsque, en outre, la température du local se maintient à un degré convenable. En même temps, l'échange d'air doit s'opérer d'une manière insensible, ou tout au moins de façon à ne pas incommoder les personnes présentes.

Dans les établissements industriels, la ventilation doit en outre éloigner les gaz toxiques ou répandant une mauvaise odeur, ainsi que les poussières. Elle écarte aisément ces dernières quand elle exerce une aspiration énergique à l'endroit même et au moment où elles se produisent. Par contre, il faut des courants intenses et qui deviennent très incommodes pour les travailleurs, pour entraîner les poussières quand elles se sont déjà répandues dans le local. D'après les résultats d'expériences entreprises sur ce sujet, la ventilation telle qu'elle se fait habituellement, est insuffisante pour éliminer rapidement et sûrement les poussières ou les bactéries suspendues dans l'air; l'effet est moindre encore sur les éléments corpusculaires déjà déposés sur les planchers.

Quand on veut enlever les poussières et les bactéries contenues dans l'air, on les laisse se déposer, ce qui se fait en quelques heures, puis on les emporte par le lavage avec des linges humides ou bien par un nettoyage avec de la sciure mouillée.

II. Quantité d'air neuf et espace cubique nécessaires.

Si l'on admet comme limite pour un air encore respirable, une proportion de 1 ‰ d'acide carbonique, il est facile de calculer le besoin de ventilation par tête et par heure. L'homme adulte élimine en une heure, par la respiration, environ 22 litres d'acide carbonique; l'air extérieur contenant 0,3 ‰ de ce gaz, soit 0,3 litres par mètre cube, il peut encore s'ajouter, par mètre cube d'air, 0,7 litres d'acide carbonique pour que la proportion de 1 ‰ soit atteinte; il faudra donc fournir autant de fois un mètre cube d'air extérieur, que 0,7 est contenu de

fois dans 22, soit 32 fois, c'est-à-dire que pour un adulte, le tarif de ventilation est de 32 mètres cubes d'air par heure (*). Si, comme chez l'enfant, la quantité d'acide carbonique éliminée est moindre, si elle n'est, par exemple que la moitié, 11 litres, le tarif de ventilation = 11 : 0,7 = 16 mètres cubes.

Lorsque l'air d'une chambre se renouvelle plus de trois fois en une heure, on éprouve, s'il fait un temps rude, une sensation de courant d'air; le cube d'air d'une place ne peut donc jamais être inférieur à 10 mètres par tête. Quand la ventilation ne s'opère pas d'une manière tout à fait convenable, ce chiffre doit être beaucoup plus élevé, si l'on veut éviter que l'air ne soit fortement vicié en très peu de temps. Cube d'air.

En Allemagne, les règlements sur la bâtisse prescrivent de donner 10 mètres cubes aux chambres à coucher; les ordonnances de police exigent les mêmes dimensions pour les quartiers composés d'une seule chambre; l'autorité militaire exige 16 mètres cubes par personne (**); les hôpitaux civils et militaires ne descendent pas en dessous de 30 mètres cubes et même dans beaucoup de cas le cubage dépasse 100 mètres cubes et cela avec des systèmes de ventilation excellents (***).

III. Etablissement de la ventilation.

A. Ouvertures et tuyaux.

La ventilation consiste dans l'apport d'air pur et l'élimination de l'air qui a servi; tout local à ventiler aura donc au moins deux ouvertures. L'une ou l'autre manque-t-elle, ou toutes

(*) Ce chiffre dépend naturellement des facteurs qui servent de base au calcul, facteurs qui sont variables. Ainsi *F. et E. Putzeys* admettant les chiffres de 22,6 litres pour l'acide carbonique expiré en une heure, 0,0007 pour la limite d'acide carbonique à tolérer dans l'air des appartements, 0,0004 pour la quantité d'acide carbonique que renferme l'atmosphère à l'état normal, arrivent à exiger, pour que l'homme soit placé dans de bonnes conditions hygiéniques, un volume d'air neuf représenté par 75 m³ par heure. (*Hygiène dans la construction des habitations privées*, 2e éd., 1885, p. 246) (N. des T.).

(**) En Belgique, le chiffre de 16 m³ est également admis pour les casernes; en France, on trouve au minimum 12 m³ dans les casernes d'infanterie et 13 dans les casernes de cavalerie (N. des T.).

(***) Nous citerons comme exemple dans notre pays, le nouvel hôpital militaire de Bruxelles, où chaque malade dispose d'un cube de chambrée de 45m³500 dans les salles communes, et de 53m³250 dans les chambres d'isolement. Le volume d'air neuf accordé par heure et par malade est théoriquement de 80 m³, chiffre supérieur à celui indiqué par *Morin* pour les hôpitaux, en 1860, et que *F. et E. Putzeys* auraient voulu plus élevé. *Description de l'hôpital militaire de Bruxelles*, par *F. et E. Putzeys*, p. 39) (N. des T.).

deux font-elles défaut, il y est suppléé par les joints des portes et des fenêtres, par les pores des murs et par d'autres orifices accidentels. Quand une fenêtre est ouverte, il s'établit par la partie supérieure un courant de sortie, et par la partie inférieure un courant d'entrée pour l'air.

Déjà lors de la construction, on doit se préoccuper d'établir convenablement les ouvertures destinées à la ventilation.

Orifices d'entrée.

Les orifices d'entrée doivent être placés de façon que l'air, en pénétrant dans le local, ne puisse pas donner lieu à une sensation de froid ou de courant. Dans ce but, on conduit l'air frais par des tuyaux à un poêle, et on le fait passer dans l'enveloppe de ce poêle, ou bien dans des tubes spéciaux où il s'échauffe pour monter ensuite vers le plafond. Au contact de ce dernier et des murs, il se refroidit, puis il descend et est inspiré par les personnes qui se trouvent dans la pièce.

Les *Fig. 50, 53, 56, 57, 60, 65* et *66* montrent le trajet des tuyaux et le mode d'échauffement de l'air.

Quand il n'y a pas moyen d'utiliser ce procédé, on fait entrer l'air à un endroit situé à une hauteur supérieure à la taille d'un homme; cet air s'élève d'abord dans les parties supérieures de la pièce où il se diffuse et s'échauffe, puis de là il descend lentement pour servir à la respiration. Son ascension est favorisée par des jalousies en verre. On utilise à cet effet, la partie supérieure d'une fenêtre : à la place d'un carreau, on dispose des plaques en verre réunies entre elles et mobiles autour de leur axe horizontal; à l'aide d'un levier, on peut les placer verticalement : l'appareil est alors fermé; ou bien les incliner vers le haut : l'appareil est alors ouvert et il constitue un orifice d'entrée pour l'air qui est en même temps chassé vers le haut.

L'appareil de ventilation représenté ci-contre *(Fig. 64)*, est particulièrement simple. Un carreau de la partie supérieure de la fenêtre, tourne sur son bord inférieur et s'incline vers la pièce. Afin que l'air froid extérieur ne puisse pénétrer par les côtés, et se diriger directement en bas, on ajoute deux plaques ou ailettes latérales en fer blanc (w, *Fig. 64*).

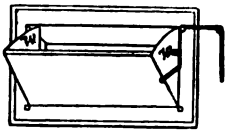


Fig. 64.

Pour l'évacuation, il faut deux orifices. Immédiatement en dessous du plafond, on établit une ouverture munie d'un registre destinée à donner rapidement issue à la chaleur, lorsque la température devient excessive et désagréable. L'effet produit en même temps sur la composition de l'air, n'est que secondaire. Comme c'est principalement en été, qu'il y a indication d'évacuer l'air trop chaud, on désigne parfois ces ouvertures sous le nom d' « orifices pour la ventilation d'été », mais il

Orifice d'évacuation : pour la chaleur.

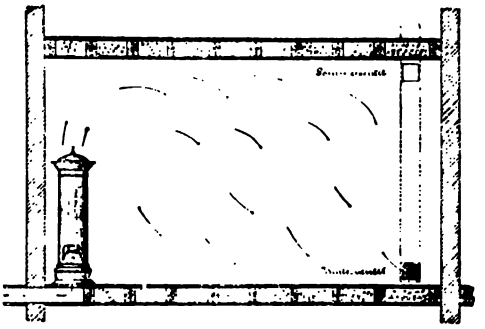


Fig. 65. Trajet de l'air passant, à son entrée, dans l'enveloppe du poele et ayant sa sortie dans le mur situé en face.
Sommerventil : ventilation d'été. – *Winterventil :* ventilation d'hiver.

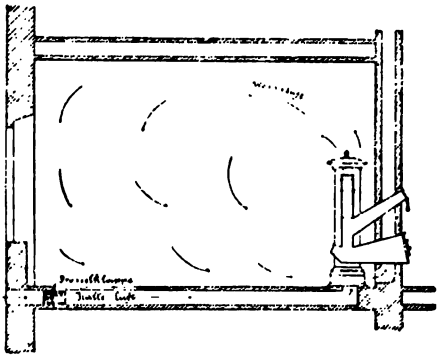


Fig. 66. Trajet de l'air passant, à son entrée, dans l'enveloppe du poêle et ayant sa sortie dans le voisinage de ce dernier.
Warme Luft : air chaud. — *Kalte Luft :* air froid. — *Drosselklappe :* valve régulatrice.

est préférable de les appeler « orifices pour l'évacuation du calorique. »

L'ouverture destinée à la sortie de l'air, « l'orifice pour l'évacuation de l'air », doit se trouver dans le voisinage du plancher. En effet, l'air pur arrivant ou étant dirigé en haut, si l'orifice de sortie était placé également en haut, cet air pur et chaud s'y engagerait directement, et les personnes qui séjournent dans le local, seraient comme au fond d'un bassin, dans un air stagnant, vicié et froid, pendant qu'au-dessus de

pour l'air.

leur tête, se ferait une circulation d'air pur et chaud dont ils ne pourraient profiter. On place l'orifice de sortie dans un voisinage convenable de l'orifice d'entrée; le trajet que l'air doit effectuer étant alors au maximum, sa circulation est plus active, sa dissémination et la répartition de la chaleur sont plus uniformes et, d'une manière générale, l'effet utile est plus considérable. Les deux figures ci-contre *(Fig. 65 et 66)* fournissent, sous ce rapport, des indications suffisamment claires pour qu'il soit inutile d'insister.

Canaux d'évacuation.

L'orifice d'évacuation de la chaleur et l'orifice d'évacuation de l'air, s'ouvrent tous deux dans un canal qui conduit jusqu'au-dessus du toit ou bien dans les greniers. Dans le but d'obtenir une température uniforme, on établit ce tuyau d'évacuation dans un mur intérieur de la maison; de plus, on lui donne une bonne largeur et une surface intérieure lisse, et on lui fait suivre un trajet vertical aussi direct que possible afin d'éviter, autant que faire se peut, les résistances que détermine le frottement, résistances d'où résulterait un obstacle à la progression de l'air. Le diamètre intérieur de ce tuyau peut être modifié à volonté à l'aide d'une clef.

B. Causes déterminantes de la ventilation.

a) Différence de pression produite par l'inégalité de température.

La ventilation reconnaît, comme agents déterminants, la diffusion et la différence de pression.

Diffusion.

L'effet de la diffusion est minime, tant en raison de la faible étendue des surfaces de contact entre l'air intérieur et l'air extérieur, qu'en raison du temps considérable que le phénomène met à se produire; son importance s'efface complètement, à côté de l'effet produit par la différence de pression.

Différence de pression.

La différence de pression est déterminée tout d'abord par la différence de température. Pour chaque degré d'élévation de cette dernière, les gaz se dilatent de $^1/_{273} = 0{,}00366$ de leur volume initial, et ils deviennent plus légers dans la même proportion.

Plus la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est grande, plus la différence de poids est considérable, plus l'air léger sera facilement déplacé par l'air pesant ou, en d'autres termes, plus la ventilation sera active. Degré de la température.

Un deuxième facteur déterminant de l'inégalité de pression, est la hauteur de la colonne d'air échauffé. On peut se représenter un local avec cheminée d'évacuation pour l'air comme un tube en U, dont une des branches aurait la hauteur du local à ventiler (a) et de la cheminée (b) et dont l'autre branche représenterait une hauteur égale (h) d'air extérieur frais ($h = a + b$). D'après la loi de la pesanteur, le fluide le plus lourd, c'est-à-dire ici l'air frais, d'une des branches du tube, se précipite dans l'autre branche avec une rapidité d'autant plus grande qu'il tombe d'une hauteur plus considérable, c'est-à-dire que la hauteur des deux colonnes est plus marquée, que leur différence de poids est plus grande. Lorsque, en hiver, un local et sa cheminée sont chauffés, tandis que l'air extérieur est froid, ce dernier passe dans le local et chasse l'air chaud dans la cheminée vers l'extérieur. Si l'on place l'entrée de l'air froid en bas et la sortie de l'air échauffé en haut, les différences de hauteur et de température développent tout leur effet; si au contraire, on fait arriver l'air froid en haut et sortir l'air chaud en bas, le premier s'échauffe dans les points élevés du local, tandis que l'air chaud se refroidit quelque peu au niveau du plancher; la différence de température est alors moindre et, par suite, l'échange d'air est diminué; quant au rapport de hauteur ($h = a + b$), il n'est pas modifié. Hauteur de la colonne d'air échauffé. Hiver.

En été, il arrive que l'air intérieur est plus froid que l'air extérieur. Si alors on ouvre les registres des orifices de ventilation, l'air du local sort par l'ouverture placée en bas, tandis que l'air chaud extérieur entre par la cheminée. La rapidité d'élimination de l'air est réglée par la différence de température et par la hauteur du local. Ici, c'est l'espace intérieur de ce dernier qui représente la branche du tube en U remplie d'air pesant, tandis que la branche opposée est constituée par une colonne d'air extérieur chaud et léger ($h = a$). Eté.

L'effet d'une différence de température qui ne dépasse pas 5° est neutralisé par la résistance que les frottements opposent au passage de l'air. Si, dans ces conditions, on veut provoquer Points morts.

Chauffer l'air qui s'évacue

un échange d'air ou bien augmenter l'activité de la ventilation existante, on échauffe artificiellement l'air qui s'évacue. Ce résultat peut être atteint en faisant brûler dans chaque cheminée d'évacuation, un bec de *Bunsen*, — la combustion d'un mètre cube de gaz peut, dans des conditions favorables, déterminer l'élimination d'environ 700 mètres cubes d'air, — ou bien en réunissant dans le grenier toutes les conduites en une cheminée unique, dans l'intérieur de laquelle on établit une source de chaleur, un « foyer d'appel » (appel par en haut).

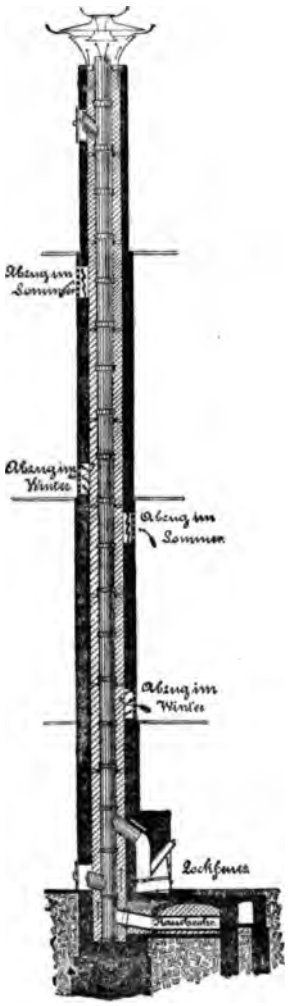


Fig. 67. Cheminée d'aspiration. A l'endroit indiqué par le mot *Rauchrohr*, qui est le point le plus fortement chauffé, s'ouvre dans la cheminée le tuyau commun d'évacuation.

Abzug im Sommer : évacuation en été.—*Abzug im Winter :* évacuation en hiver. — *Lockfeuer :* foyer d'appel. — *Rauchrohr :* tuyau de fumée.

Un autre moyen consiste à placer, comme cela s'est fait déjà dans certaines constructions récentes, la cheminée de ventilation à côté de la cheminée de chauffage afin d'utiliser la chaleur de cette dernière (V. *Fig. 49, a, b, c*). Le résultat est plus marqué lorsque l'on remplace la partie inférieure de la paroi de séparation entre les deux tuyaux, par une plaque en fer de 1 à 3 mètres de haut.

Dans des constructions très vastes on fait une cheminée très large et dans son intérieur on fait monter le tuyau de fumée, en fonte du foyer de chauffage central (*Fig. 67*). Dans cette cheminée, dont l'air est chauffé par le tuyau de fumée, s'ouvrent directement les tuyaux d'évacuation d'air les plus proches. Ceux qui sont plus éloignés sont ordinairement dirigés non pas en haut, mais en bas, dans le sous-sol, où ils se réunissent en un canal unique s'ouvrant soit dans le foyer, soit dans la partie inférieure de la cheminée (appel par en bas). En été

cette dernière est chauffée par un foyer spécial. Les *Fig. 67* et *68* montrent les tuyaux s'abouchant directement dans la cheminée d'aérage et ceux (*i*, *k*, *l*) qui conduisent vers le bas, dans le tuyau commun d'évacuation de l'air.

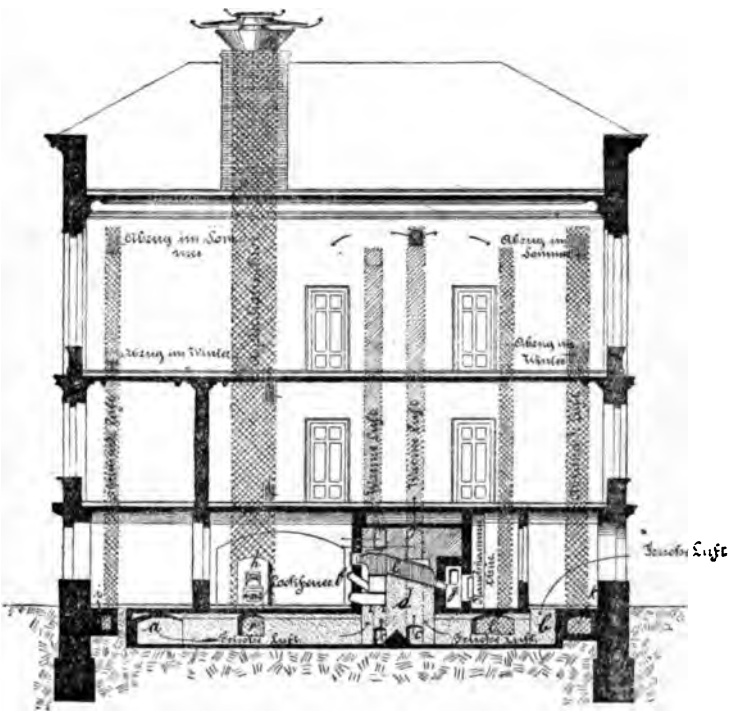


Fig. 68. Disposition de la ventilation du Palais de justice à Dortmund, établie par l'usine de Kaiserlautern.

L'air frais peut pénétrer par les quatre côtés du bâtiment en *a*, *b*, *c*, *c*, dans la chambre de chauffage *d* où se trouve un foyer à nervures *e* avec ouverture pour le chargement *f*. L'air chaud monte dans les pièces par les canaux marqués en lignes entrecroisées. En *g* les gaz de la combustion se rendent par un canal horizontal, dans la grande cheminée *h*, laquelle est entourée du large tuyau d'évacuation de l'air. L'air des canaux *i*, *k*, *l*, lui est amené par le canal collecteur *r*. En *h* se trouve un foyer pour l'été.

Abzug im Sommer : évacuation en été. — *Abzug im Winter :* évacuation en hiver. — *Frische Luft :* air frais. — *Warme Luft :* air chaud. — *Aspirationsschlot :* cheminée d'aspiration. — *Abziehende Luft :* air qui s'évacue. — *Lockfeuer :* foyer d'appel. — *Rauchkammerthür :* porte de la chambre de tirage.

Dans le chapitre de l'éclairage, nous indiquerons de quelle façon on peut utiliser pour la ventilation, la chaleur et les produits de la combustion.

b) Différence de pression produite par le mouvement de l'air.

A côté des inégalités de température, nous trouvons comme agent déterminant de la différence de pression, le mouvement de l'air.

Vent.

Lorsque le vent donne sur une maison il exerce sur le côté contre lequel il arrive, une pression positive; sur le côté opposé, il détermine une pression négative, une force d'aspiration.

Intensité de la pression.

La pression ainsi produite sur la paroi d'une maison est d'autant plus forte que la vitesse du vent est plus marquée et son angle d'incidence plus grand.

Le vent peut avoir accès dans une habitation, et contribuer à son aération par les joints, et les fissures des fenêtres et des portes, par les pores des murs, ou bien par des ouvertures ménagées spécialement à cet effet.

Ventilation: par porosité,

Dans les maisons bien construites les fenêtres et les portes ferment aussi hermétiquement que possible, et les murs sont peu perméables; les pores des briques bien cuites sont déjà étroits par eux-mêmes et le crépissage, les enduits à l'huile, les tapisseries que l'on applique contre les murs, contribuent encore dans une large mesure à leur occlusion. Mais si la construction est légère et faite avec des matériaux défectueux, ainsi que cela se présente dans un très grand nombre d'habitations à la campagne, alors la ventilation de porosité entre en ligne de compte; elle détermine un échange d'air qui n'est pas à négliger, et auquel on doit accorder d'autant plus d'importance, que dans ces sortes de maisons, il n'existe d'habitude pas d'autre mode de ventilation.

par des orifices spéciaux.

Lorsque des ouvertures spéciales sont ménagées pour la ventilation, on peut mettre à profit la force de pression et la force d'aspiration du vent.

Propulsion.

Lorsqu'on veut utiliser la force de pression, on adapte à l'ouverture d'entrée, ordinairement sur l'extrémité supérieure d'une cheminée verticale, un « propulseur » (*Fig. 69*); on le fixe dans la direction des vents dominants, ou bien on le rend mobile et une girouette

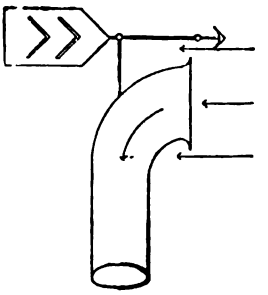
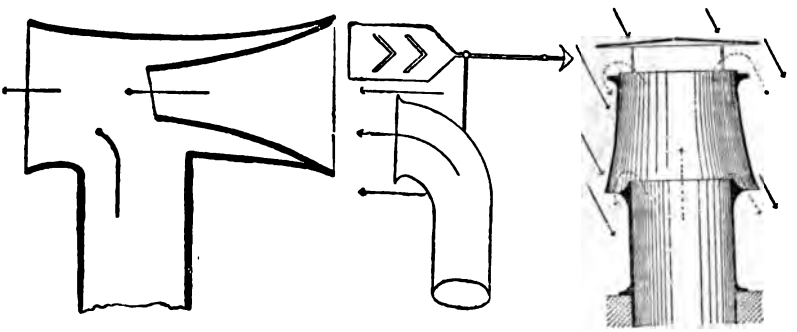


Fig. 69. Propulseur.

lui donne la direction du vent. Ce moyen de ventilation est utilisé avec avantage pour les endroits où il est difficile d'introduire de l'air frais, par exemple pour les parties des bateaux situées sous le niveau de l'eau, pour les caves, pour les pièces des habitations qui se trouvent entourées de vastes constructions, etc.

On utilise plus souvent la force d'aspiration du vent : à cet effet, on coiffe l'extrémité supérieure de la conduite d'évacuation d'un « aspirateur ». Les aspirateurs sont construits sur le **Aspiration.**

Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72.



Deux aspirateurs. Aspirateur d'air de *Wolpert*.

modèle des appareils à pulvérisation (*Fig. 70*), ou bien ils sont analogues aux propulseurs, mais leur ouverture est maintenue dans une direction opposée à celle du vent au moyen d'une forte girouette (*Fig. 71*). L'aspirateur d'air de *Wolpert* est un appareil qui exerce une action aspiratrice énergique, et met en même temps un obstacle efficace à la pénétration de courants en sens contraire (*Fig. 72*).

Mais le vent est un facteur trop inconstant pour que l'on puisse compter sur lui, dans le but d'obtenir un renouvellement régulier de l'air, aussi ne peut-on généralement se passer de courants d'air produits artificiellement. Ici encore, suivant que l'on utilise le mouvement de l'air à l'entrée ou à la sortie, on refoule l'air (propulsion) ou on l'aspire (aspiration). **Mouvement artificiel de l'air.**

On emploie généralement pour produire la force, des roues munies d'ailettes fixées dans l'intérieur d'un canal, et mises en mouvement par la vapeur ou par l'eau. Ces ventilateurs sont construits d'après le système des hélices de navires, c'est-à-dire **Ventilateurs.**

sont munis d'ailettes en forme de pelles qui, grâce à cette forme et à leur disposition, propulsent l'air dans le sens de

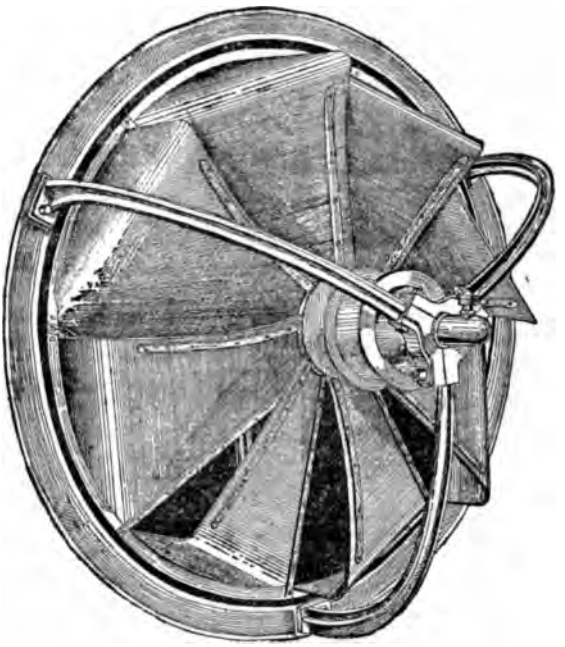


Fig. 73. Ventilateur de *Blackman*.

la longueur du canal, ou bien encore ils sont pourvus d'ailettes fixées à angle droit sur l'axe, ailettes qui projettent vers la périphérie l'air qui pénètre latéralement au niveau de l'axe; cet air progresse ensuite de là dans un canal. La *Fig. 96*, chapitre de l'Hygiène industrielle, montre cette disposition (*).

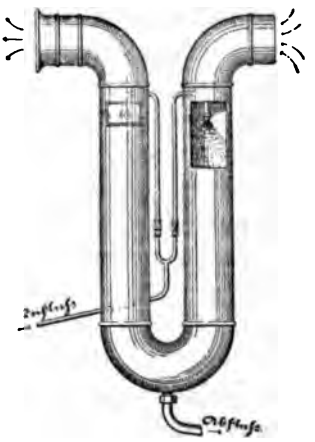


Fig. 74. Ventilateur de *Lutzner* et *Gumtow*.
Zufluss : entrée de l'eau. — *Abfluss :* écoulement de l'eau.

Pour faire servir l'aspiration à la ventilation spéciale de chambres ou de salles, on emploie de préférence les systèmes où l'agent actif est l'eau; ce sont

(*) Le moulin employé dans les fermes pour vanner le grain (tarare) représente un appareil de ce genre (N. des T.).

ceux que l'on peut le mieux adapter à une maison déjà construite. Voici en quoi ils consistent : une pomme d'arrosoir disposée dans l'axe du tuyau d'aérage, projette de l'eau sous forte pression, à l'intérieur de ce dernier; cette eau entraîne avec elle de grandes quantités d'air. La *Fig. 74* représente un ventilateur de ce système et donne une idée claire de son mode de fonctionnement.

On peut obtenir une ventilation plus énergique en se servant d'air comprimé, que l'on adopte de plus en plus pour actionner les machines, etc. L'air comprimé s'échappe en jet mince mais fort, d'un tube fixé dans l'axe longitudinal du tuyau d'aérage, et exerce une aspiration sur l'air de ce dernier. Il peut être utilisé aussi bien pour la propulsion que pour l'aspiration.

IV. Ventilation d'été et ventilation d'hiver, — fonctionnement de la ventilation.

Ventilation d'été.

En été, le moyen d'aération le plus simple et le meilleur consiste à ouvrir les fenêtres. Veut-on évacuer rapidement et complètement l'air vicié, on ouvre à la fois toutes les fenêtres et la porte. Prenons comme exemple une salle d'école de $4 \times 6 \times 8$m. = 192m³, pourvue de trois fenêtres et d'une porte qui mesure 2m² de surface; supposons que la vitesse du courant d'air venant de la porte, ne dépasse pas 1m. par seconde (ordinairement elle est beaucoup plus considérable) : dans ces conditions, il entrera par minute, à travers la porte, 120m³ d'air qui seront évacués par les fenêtres, et en 1 ½ minute, l'air de la pièce pourrait être renouvelé; mettons un temps double, en raison du mélange qui s'opère entre l'air pur et l'air de la salle, et nous arrivons à renouveler complètement l'atmosphère du local, en 3 minutes.

On peut obtenir une ventilation lente et uniforme, sans ouvrir les fenêtres, en faisant arriver l'air froid à un endroit où l'on n'a pas l'habitude de se tenir en été, par exemple au niveau d'un mur intérieur ou de refend (dans l'enveloppe du

poèle), et en faisant sortir l'air vicié par des orifices situés en haut (V. *Fig.* 75, les flèches s_1, et s).

On réglera l'intensité de la ventilation au moyen de registres ou de valves placés dans le canal.

Ventilation d'hiver. En hiver, l'air frais doit toujours être chauffé avant de venir au contact des personnes qui se tiennent dans un local (page 224). La plupart des gens sont beaucoup plus sensibles à l'influence de l'air froid qu'à l'action d'un air vicié; aussi peut-on être certain, que quand l'air pénètre dans une pièce, sans avoir été préalablement chauffé, la ventilation sera supprimée ou rendue inefficace. Pour rendre le renouvellement de l'air imperceptible, il faut faire les ouvertures d'entrée larges; il faut également donner une bonne largeur aux conduites, pour qu'elles remplissent bien leur office.

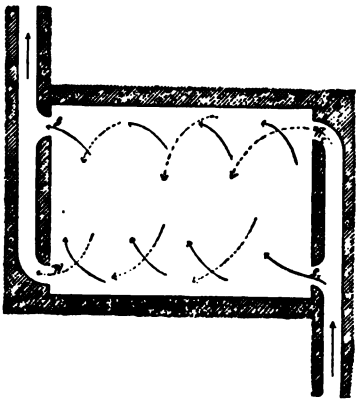


Fig. 75. Schéma de la ventilation d'été et de la ventilation d'hiver. Les flèches en pointillé (w) indiquent le trajet de l'air lors de la ventilation d'hiver, les autres (s), celui de l'air lors de la ventilation d'été.

Les ouvertures placées en haut, ou « orifices pour l'évacuation du calorique » (p 225), doivent être ouverts seulement quand la température est trop élevée, ou bien quand on veut produire un renouvellement d'air énergique et rapide, sans recourir à l'ouverture des fenêtres. Dans les conditions ordinaires, les ouvertures situées près du plancher servent, en été, à l'évacuation de l'air vicié. Voir *Fig.* 75, les flèches en pointillé w_1 et w.

Mesure. On apprécie le fonctionnement de la ventilation en mesurant, au moyen de l'anémomètre représenté page 17, *Fig. 11*, la quantité d'air qui entre et celle qui sort. La vitesse du courant d'air n'est pas la même dans les divers points de la section d'un canal. On obtient une bonne moyenne, en prenant une série de mesures en des endroits différents de cette section.

Calcul. On peut aussi calculer l'activité de la ventilation d'après la teneur en acide carbonique de l'air du local. A cet effet, on détermine d'abord la quantité d'acide carbonique contenue

dans la pièce ; après une certaine durée de fonctionnement de la ventilation, on fait une nouvelle détermination. On déduit de la différence entre les deux dosages, l'intensité de la ventilation, en se servant de la formule établie par *Seidel :* $V = 2{,}303 \times m \times \log \frac{k^2 - k}{k^1 - k}$, dans laquelle k représente la teneur en acide carbonique de l'air atmosphérique, k^1, la teneur en acide carbonique de l'air de la pièce au début, k^2 la même teneur à la fin de l'essai, m le cubage de la pièce.

Éclairage.

I. De l'action de la lumière.

Action physique.

La lumière exerce sur l'homme une action bienfaisante : on est plus gai et mieux disposé quand le soleil luit que quand il pleut ; on se sent mieux dans une habitation bien aérée et inondée des rayons du soleil, que dans un appartement où l'air est confiné, et où les rayons solaires n'ont pas accès. L'humidité et l'obscurité des pièces d'une maison, entraînent l'idée d'insalubrité et avec raison, car la nature nous fournit dans la lumière, un des plus puissants moyens de désinfection. Sous son influence, un grand nombre de germes morbifiques succombent, en effet, au bout de peu de temps. Les bacilles du charbon, du choléra et du typhus meurent beaucoup plus rapidement quand ils sont exposés à la lumière que lorsqu'on les conserve dans l'obscurité. L'ennemi le plus redoutable de l'espèce humaine, le bacille de la tuberculose, est extrêmement sensible à l'action de l'éclairage. Non seulement la lumière directe du soleil, mais même la lumière diffuse d'un ciel nuageux, anéantit en peu de jours la culture la plus luxuriante de ce microbe.

Désinfection.

Propreté.

Un bon éclairage a encore un résultat important : il fait sauter aux yeux toute saleté, et il devient ainsi un stimulant pour l'entretien de la propreté, la plus importante condition d'une bonne hygiène.

La lumière paraît favoriser les échanges organiques : des expériences ont montré, en effet, que des animaux exposés à une lumière diffuse éliminent plus d'acide carbonique que quand ils sont tenus dans l'obscurité. Echanges organiques.

Si tout le corps subit ainsi l'influence de l'éclairage, l'œil la ressent plus spécialement encore. Yeux.

Il est très rare qu'un excès de lumière ait des effets nuisibles. L'action directe des rayons solaires sur l'œil, peut entraîner une diminution de l'acuité visuelle centrale. Lorsque le regard est longtemps dirigé sur une surface brillante, il se produit ce qu'on appelle la « cécité des neiges » (Schneeblindheit), c'est-à-dire l'abolition de la faculté de percevoir des images rétiniennes d'une intensité lumineuse plus faible. Effets nuisibles: d'un excès de lumière.

A l'intérieur des maisons, on modère l'intensité de la lumière au moyen de rideaux gris; des stores rayés ou recouverts de dessins, conviennent moins parce qu'ils absorbent inégalement la lumière. Lorsqu'on veut protéger les yeux contre une clarté trop vive, on se sert avec avantage, de grandes lunettes fumées ou bleues, qu'il faut tenir assez éloignées des yeux, pour qu'elles n'apportent pas d'obstacle à la circulation de l'air et à l'évaporation de la sueur.

On a plus fréquemment à remédier à un défaut qu'à un excès de lumière. Une clarté insuffisante entraîne une diminution de la netteté de la vue, et pour voir distinctement on se rapproche alors autant qu'on peut des objets qu'on regarde; ce rapprochement oblige à faire un effort considérable d'accommodation qui conduit à une prompte fatigue et, s'il est prolongé, à la myopie et à l'affaiblissement de la vision. d'un défaut de lumière.

II. De l'éclairage des maisons par la lumière du jour.

En traitant des conditions que doivent présenter les rues, nous avons déjà dit que leur largeur devrait être au moins égale à la hauteur des maisons, de façon que le soleil de midi donne autant que possible sur le rez-de-chaussée.

Mais souvent on est obligé de se contenter de la lumière diffuse du jour, d'autant plus que la lumière éblouissante du Lumière diffuse.

soleil ne peut être utilisée pour le travail. Le pouvoir éclairant de cette lumière diffuse est en rapport direct avec la clarté du ciel, avec l'étendue de la voûte céleste visible de l'endroit que l'on considère, et avec le sinus de l'angle d'incidence des rayons lumineux.

Un faisceau de rayons du diamètre *a* tombant perpendiculairement, éclaire la surface *bc*; s'il tombe sous un angle d'incidence de 45°, il éclaire la surface *bd* et *bc* ne reçoit plus alors qu'environ ²/₃ de la lumière qu'il recevait dans le premier cas *(Fig. 76)*.

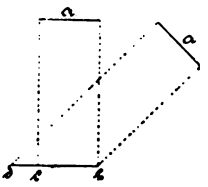


Fig. 76.

Pour mesurer l'aire du ciel qui est visible, ainsi que la grandeur de l'angle d'incidence, *Weber* a imaginé un petit appareil connu sous le nom de mesureur de l'angle d'espace.

Mesure de l'espace angulaire.

Weber suppose la voûte céleste divisée en carrés dont les côtés sont équivalents à un des 360 degrés de la plus grande circonférence de la sphère. La pyramide ayant pour base un de ces carrés et pour sommet un point de l'endroit que l'on considère, correspond à un degré d'angle d'espace. L'angle d'espace lui-même représente le coin de la voûte céleste limité par tous les rayons extrêmes qui, partant d'un point et rasant les bords des fenêtres, ou les toits des constructions situées en face, iraient rencontrer le ciel. Le sinus est-il égal à 1, c'est-à-dire la lumière tombe-t-elle perpendiculairement, une pièce est encore suffisamment éclairée, même avec un ciel couvert, pour permettre d'exécuter de fins ouvrages, pour la lecture et l'écriture, lorsque l'angle d'espace est de 50°, c'est-à-dire comprend 50 des carrés indiqués ci-dessus. Quand le sinus se modifie, l'angle d'espace doit devenir plus grand, si l'on veut que l'éclairement reste le même. On mesure cet angle en plaçant une lentille devant un papier quadrillé. Les carrés du papier qui sont éclairés par la lentille, indiquent directement le nombre de degrés de l'angle d'espace. L'inclinaison de la lentille sur l'horizon permet de mesurer, en se servant d'un arc gradué, la grandeur de l'angle d'incidence.

L'éclairage d'une place dépend encore de la quantité de lumière réfléchie par les maisons situées en face, par les murs de la pièce, par la surface même qui reçoit les rayons lumineux

directs, ainsi que de la distance qui sépare les endroits par lesquels entre la lumière, c'est-à-dire les fenêtres, des points considérés (il est inversement proportionnel au carré de cette distance).

La lumière totale que reçoit un point donné se mesure de préférence à l'aide du photomètre de *Weber*. Lumière totale.

On admet comme unité d'éclairement, la quantité de lumière projetée à un mètre de distance, sur l'unité de surface, par une bougie en paraffine de dimensions et de poids déterminés, en un mot, par une bougie normale : cette unité est appelée bougie-mètre (Meterkerze). Pour se servir du photomètre de *Weber*, on place dans une des ouvertures que porte cet appareil, une bougie normale, dont la lumière est projetée sur une plaque de verre mat que l'on peut déplacer à volonté; l'éclairement étant inversement proportionnel au carré de la distance, on peut calculer exactement son degré pour chaque position de la plaque. Une deuxième ouverture de l'appareil est dirigée sur le point à examiner, qui est recouvert d'une feuille de papier blanc. Par une troisième ouverture située en face de la dernière, l'observateur regarde le point dont il veut mesurer le degré d'éclairement et en même temps, la plaque de verre dépoli dont une image est projetée à l'aide d'un prisme, à côté de ce point. Il fait glisser cette plaque jusqu'à ce que les deux objets soient éclairés au même degré. Photomètre

Pour de fins ouvrages, la lumière est suffisante quand elle fournit un éclairement équivalent à 10 bougies-mètres. Un accroissement de cet éclairement exerce peu d'influence sur la vision; ainsi s'il est porté à 50 bougies-mètres, la netteté de la vision n'est augmentée que de $^1/_4$; par contre, cette dernière subit un affaiblissement très notable, si l'éclairement devient inférieur à 10 bougies-mètres, même d'une quantité relativement minime. Eclairage nécessaire.

Dans les écoles, de même que dans les ateliers où une grande netteté de vision est indispensable, on devrait exiger que l'éclairement fût exprimé en degrés d'angle d'espace ou en bougies-mètres. La lumière sera généralement suffisante lorsque, les rues ayant une largeur convenable, les dimensions des fenêtres et celles du plancher de la pièce, sont dans le rapport de 1 à 5 et même 6; mais pour cela, il faut que les

fenêtres s'élèvent autant que possible jusqu'au plafond, que les trumeaux soient étroits et qu'il n'existe pas, dans l'espace qui s'étend entre deux fenêtres, des parties saillantes qui projetteraient de l'ombre dans la pièce. Dans les salles de travail, on devrait éviter de disposer les rideaux et les stores, de façon qu'ils interceptent la meilleure partie de la lumière, c'est-à-dire celle qui vient d'en haut.

III. De l'éclairage artificiel des habitations.

A. Sources d'éclairage.

On se sert actuellement, pour l'éclairage artificiel, de la lumière électrique, de la lumière du pétrole et de la lumière du gaz.

La lumière électrique s'obtient en introduisant une résistance convenablement choisie, dans un fort courant électrique. Sur le trajet du courant produit par une machine à dynamos, on dispose deux pointes de charbon, entre lesquelles on laisse un espace de quelques millimètres; les particules de ces charbons deviennent incandescentes, une partie passe du pôle positif au pôle négatif, et ainsi se produit la lumière à arc. L'intensité de cette lumière varie de 200 environ à plusieurs milliers de bougies. On modère son effet éblouissant au moyen d'un globe en verre mat.

Lorsqu'on a besoin d'une lumière moins intense, on se sert des lampes à incandescence ; ces lampes sont constituées par un fil de charbon mince et homogène, enfermé dans une enveloppe en verre, dans laquelle on a fait le vide aussi complètement que possible; de cette façon, ce fil intercalé sur un circuit électrique et rendu incandescent, est soustrait au contact de l'oxygène, et il peut ainsi éclairer pendant 1500 heures environ avant d'être consumé.

Le pétrole se rencontre dans toutes les parties du monde. On admet aujourd'hui qu'il est produit par la décomposition d'organismes appartenant au règne animal. Celui que l'on emploie le plus provient de l'Amérique et du Caucase. Le

pétrole d'Amérique est constitué principalement par les composés du carbone de la série $C^n H^{n2+2}$, notamment le pentan et l'hexan (C^5H^{12} et C^6H^{14}). Celui du Caucase consiste en carbures hydriques de la série C^nH^{2n}, les alkylènes.

Quand on soumet le pétrole brut à la distillation fractionnée, on en sépare diverses substances. Les parties qui se volatilisent entre 30 et 60° constituent les éthers du pétrole; entre 60 et 120°, on a la ligroïne; entre 120 et 150°, l'huile de nettoyage; entre 150 et 250°, le pétrole d'éclairage; entre 250 et 300, l'huile de graissage; au delà de 300°, la vaseline. Le pétrole d'éclairage du commerce a un poids spécifique d'environ 0,81.

Le gaz d'éclairage est le produit de la distillation sèche du charbon, du bois, de l'huile, des résidus de pétrole et autres matières analogues. Le charbon, renfermé dans des récipients en terre réfractaire, est porté à l'incandescence durant plusieurs heures à l'abri de l'air. Les produits volatils s'en séparent et se débarrassent d'abord des substances liquides et des goudrons. Les gaz restants sont purifiés et dépouillés des produits nuisibles et inutiles, tels que l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'azote, les composés sulfureux, par le lavage à l'eau et par le passage à travers des grilles recouvertes de matières absorbantes. Un bon gaz d'éclairage contient environ 6 % de carbures hydriques lourds, c'est-à-dire propres à l'éclairage (élayl, propylène, butylène, acétylène, puis de la benzine, du toluol, de la naphtaline, etc.), 85 % de methan et d'hydrogène et 10 % environ d'oxyde de carbone; ces derniers gaz servent à la production de chaleur.

B. Qualités de l'éclairage artificiel.

Une flamme est éclairante par suite de l'incandescence des petites particules de carbone qui se détachent des carbures hydriques lourds ou, comme d'autres le prétendent, par suite de l'incandescence de ces carbures hydriques eux-mêmes. L'éclairage artificiel doit remplir les conditions suivantes :

1° Procurer une clarté uniforme et aussi intense que possible pour la dépense qu'il occasionne. La clarté est en rapport avec la grandeur de la flamme et avec son éclat.

La grandeur et la forme de la flamme dépendent du bec : à ce point de vue, les becs ronds doivent être préférés aux becs à flamme plate. Quant à l'éclat, on entend par là la quantité de lumière fournie par un millimètre carré de flamme; il est d'autant plus intense, qu'il y a plus de particules de charbon en incandescence dans la flamme, et que cette incandescence se fait à une température plus élevée.

Addition de carbures hydriques lourds.

Parfois, dans le but d'augmenter la quantité de ces particules de charbon, on ajoute au gaz d'éclairage des carbures hydriques à ceux qu'il contient déjà par lui-même : ligroïne, benzine, etc. Cela s'appelle carburer le gaz ; si l'on ajoute encore de la vapeur de naphtaline, on obtient la lumière albocarbonée. Le gaz ainsi traité, donne une lumière très blanche. La lumière du jour est composée de 50 % de rayons bleus, 32 % de rayons rouges et 18 % de rayons jaunes. L'éclairage artificiel, même l'éclairage électrique, donne une lumière qui contient plus, et souvent beaucoup plus, de rayons jaunes. Quand on ne peut augmenter la quantité de carbone dans la source lumineuse, on fait absorber la plus grande partie de ces rayons jaunes incommodes, par un verre légèrement bleu.

Accès de l'oxygène.

Pour que tout le carbone soit consumé et transformé en anhydride carbonique, il faut que l'air arrive en abondance au contact de la flamme. Dans ce but, on donne à cette dernière une épaisseur peu considérable relativement à sa surface; de cette façon, l'oxygène peut facilement venir en contact avec les différentes particules de charbon. De plus, on entoure la flamme d'un cylindre qui fait l'office d'une cheminée. Le courant d'air déterminé par la chaleur, rend la combustion uniforme et exempte de fumée et empêche les oscillations de la flamme. Grâce à la forme du cylindre dont le diamètre est rétréci à la partie supérieure, et grâce à la plaque qui se trouve au-dessous de la mèche, il se produit un mélange intime de l'oxygène avec les gaz en combustion.

Elévation de la température.

La température élevée dont dépend la clarté d'une flamme, s'obtient, soit par l'apport d'hydrogène, soit par un échauffement préalable de la matière destinée à la combustion et de l'air nécessaire à cette dernière. Ce résultat est atteint de façons très variées. Ainsi dans la lampe à pétrole « Hygiea » par exemple *(Fig. 77)*, l'air extérieur en se rendant à la flamme,

traverse les trous de plaques métalliques fortement échauffées, par conductibilité et par rayonnement du bec. Pour que l'intérieur de la mèche arrondie reçoive également de l'air chaud, le réservoir à pétrole est traversé dans son milieu par un canal destiné au passage de l'air; à l'endroit où il vient en contact avec le porte-mèche fortement échauffé, ce canal contient un cylindre métallique dont l'intérieur est traversé par des cloisons radiées. Ce cylindre est porté par contact à une température très élevée et il abandonne de sa chaleur à l'air qui le traverse.

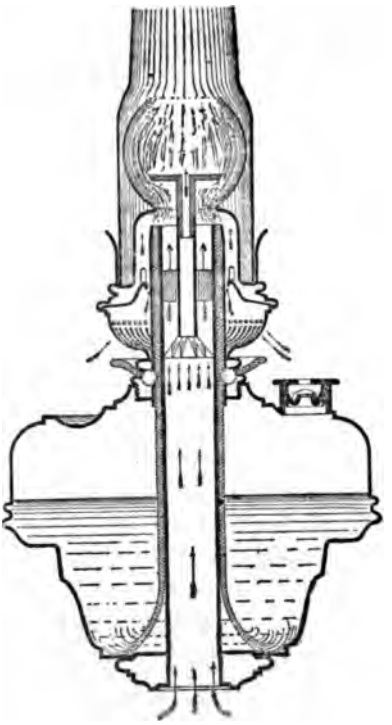


Fig. 77. Lampe à pétrole de *Schuster* et *Bär*. La marche de l'air est indiquée par des flèches. Sur le côté droit du réservoir à pétrole on voit représenté l'orifice destiné au remplissage.

Dans la lampe à gaz de *Mucholl*, la flamme avec son cylindre sont renfermés dans une cloche fermée par le bas. L'air destiné à la combustion, doit d'abord venir en contact avec le cylindre échauffé qui lui cède de son calorique.

Le brûleur automatique, le brûleur régénératif de *Siemens* (*Fig. 78*), la lampe *Wenham*, etc. reposent tous sur le même principe : échauffement préalable de l'air et, dans une moindre mesure, des gaz destinés à la combustion, en les faisant passer tous deux à travers l'espace par où s'échappent les gaz de combustion chargés de calorique.

Un autre moyen d'augmenter la clarté de la lumière, c'est l'emploi de réflecteurs. Pour remplir leur but, ils doivent être placés à une distance convenable de l'objet à éclairer, de façon que le cône d'ombre projeté par la partie inférieure de la lampe ne gêne pas; d'autre part, l'objet à éclairer lui-même

Réflecteurs.

ne doit pas être situé beaucoup en deçà ni beaucoup au delà de la distance focale du réflecteur. Un éloignement latéral d'une source de lumière, en diminue beaucoup plus l'éclat qu'un même éloignement vertical. Pour les abat-jour, les meilleurs sont ceux qui réfléchissent le plus complètement les rayons lumineux : ceux en métal poli viennent en première ligne, puis ceux en tôle recouverts d'un vernis blanc et enfin ceux en verre opalin.

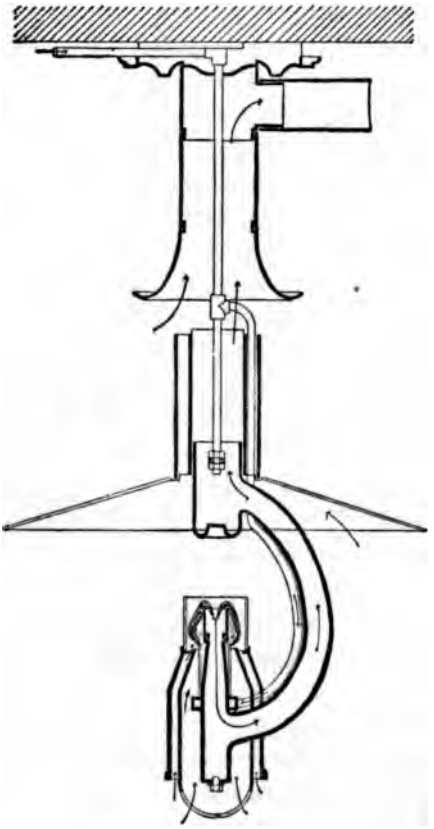


Fig. 78. Brûleur régénératif de *Siemens*.
La flamme se brisant contre un petit cylindre en porcelaine, est refoulée vers le bas dans le conduit d'évacuation des gaz de combustion qui suit le trajet indiqué par les flèches intérieures. L'air extérieur qui arrive d'en bas s'échauffe au contact du cône chaud. Le gaz s'échauffe avant d'arriver à la flamme, parce qu'il occupe la partie supérieure du tuyau d'évacuation, lequel sert en même temps de tuyau de ventilation.

Les réflecteurs et abat-jour enlèvent de la lumière quand on les ferme par le bas (*Cohn*).

2° Produire une faible quantité de chaleur. C'est la lumière électrique qui satisfait le mieux à cette exigence. Pour une lumière équivalant à 100 bougies, la production de chaleur de la lampe à arc est de 57-158 calories; celle de la lampe à incandescence de 290 à 536, celle de la lampe à pétrole de 3360, celle de la lampe d'*Argand* (bec à gaz rond) de 4860.

La production de chaleur par l'éclairage peut entraîner des inconvénients; ainsi, une lampe située trop près échauffe la tête et il en résulte de la céphalalgie, du malaise, de la douleur dans les yeux.

Une flamme de gaz doit être éloignée au moins d'un mètre de la tête. Lorsqu'on ne peut pas reculer la lampe, on modère le rayonnement calorifique, à l'aide de cylindres en mica, ou bien en ajoutant un deuxième cylindre : l'air qui circule entre ces deux cylindres, empêche le rayonnement et favorise le transport de la chaleur vers le haut.

Dans les salles de spectacle, les théâtres, c'est l'éclairage qui est la principale cause de la forte élévation de température qui s'observe dans les parties élevées de la salle.

Quand l'éclairage se fait au gaz et au pétrole, il faut veiller à ce que l'air échauffé puisse s'évacuer. Malheureusement, on n'accorde pas assez d'importance à ce point : on **Evacuation du calorique.**

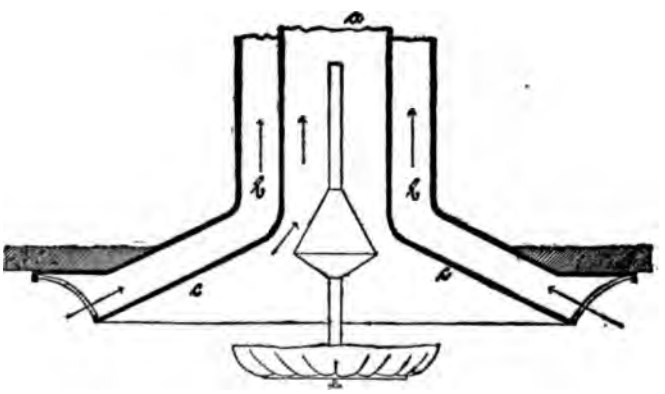


Fig. 79.

installe des conduites spécialement destinées au chauffage et à la ventilation, mais il est rare que l'on soigne pour l'évacuation de la chaleur produite par l'éclairage et pour l'élimination des produits de combustion ; plus rarement encore, on utilise le courant de ventilation que l'on obtiendrait sans frais, grâce à cette évacuation, alors qu'il est si facile de le mettre à profit. La *Fig. 79* montre une série de becs de gaz réunis en une couronne (Sonnenbrenner, Sun burners), qui évacuent leur chaleur et les produits de combustion dans un tuyau (*a*) entouré d'un manchon (*b*). La partie inférieure de ce tuyau (*c*), élargie en forme d'entonnoir et polie, sert de réflecteur. La paroi en tôle s'échauffe fortement et communique sa chaleur à l'air qui traverse le manchon ; celui-ci s'ouvre librement sous le toit, et permet ainsi une évacuation abondante de l'air de la salle.

Toute flamme, toute lampe peut être utilisée d'une manière analogue pour la ventilation.

3° Laisser le moins possible de produits de déchets. Ici encore, c'est la lumière électrique sous la forme de lampe à incandescence, qui offre le plus d'avantages : elle ne donne lieu à aucune émanation. La lumière à arc occasionne une production tout à fait minime d'acide carbonique. Dans l'éclairage au gaz et au pétrole, il faut distinguer les produits normaux et les produits anormaux de combustion.

Produits normaux de la combustion.

Parmi les produits normaux se rangent l'anhydride carbonique et l'eau. Ces deux corps, dans la proportion où ils sont fournis par l'éclairage et dans les conditions ordinaires de ventilation, ne sont pas directement nuisibles à la santé ; néanmoins, on ne peut pas les considérer comme absolument indifférents, car, dans les circonstances défavorables, ils s'accumulent et ils peuvent occasionner alors des malaises et troubler le réglage de la température. Une lampe à pétrole ou une flamme au gaz de 10 bougies, produit une quantité d'acide carbonique environ cinq fois plus forte que celle qui est éliminée par un adulte.

Produits anormaux de la combustion.

Parmi les produits de la combustion incomplète, l'oxyde de carbone occupe la première place, puis viennent les hydrures de carbone. Quand la combustion est complète, elle ne donne pas ou presque pas naissance à ces corps. Il ne faut pas descendre la mèche d'une lampe à pétrole trop bas, ni utiliser des cylindres qui déterminent un tirage trop fort, car, dans ces conditions, les hydrures de carbone se dégagent ou se décomposent sans subir la combustion. Quand le gaz d'éclairage n'a pas été suffisamment purifié, sa combustion donne naissance aux acides nitrique, nitreux, sulfureux et sulfurique ainsi qu'à du cyanure d'ammonium. Les produits d'une combustion incomplète provoquent chez maintes personnes, des troubles qui se manifestent par des douleurs de tête, des tendances à la syncope, des nausées.

C. Dangers propres à certains genres d'éclairage.

Depuis l'introduction de l'éclairage électrique, on a relaté des cas de blessures et de mort dus à des décharges du courant. Un homme peut supporter un courant constant

même de 1000 volt, tandis qu'un courant interrompu de 160 volt peut déjà le tuer. L'emploi de courants constants de faible intensité, jusque 150 volt, une bonne isolation des fils conducteurs et la prudence dans les manipulations, tels sont les moyens propres à prévenir de pareils accidents.

L'éclairage au gaz présente deux ordres de dangers : 1° Les fuites de gaz déversent dans l'air que l'on doit respirer de l'oxyde de carbone. Les fuites se produisent soit par des robinets laissés ouverts, soit par de petites fissures, soit par des érosions des tuyaux dues à la production de rouille dans leur intérieur. L'odorat perçoit déjà le gaz d'éclairage quand il est mélangé à l'air dans une proportion de 0,2 %. Mais s'il s'est produit une rupture de tuyau dans la rue, il arrive souvent que le gaz perd dans la terre son odeur spécifique. Dans ce cas, le danger existe principalement pour les sous-sols des maisons situées dans des rues dont le pavage est imperméable, parce que le gaz ne peut s'échapper à la surface, quand elle est gelée ou imperméable, et il pénètre alors dans les maisons qui font l'office de cheminées.

Empoisonnement par l'oxyde de carbone.

Le mélange d'une proportion de 2 à 3 ‰ d'oxyde de carbone à l'air inspiré, peut entraîner la mort d'un homme en peu de temps. Il en résulte que la présence de 1 % de gaz d'éclairage dans l'air d'une pièce, est dangereuse quand on y séjourne un certain temps; il n'est pas rare, en effet, que ce gaz contienne 10 % d'oxyde de carbone. On peut reconnaître la présence de ce dernier corps, en agitant un volume donné d'air avec du sang fortement dilué. On voit alors apparaître, en examinant ce sang au spectroscope, deux raies entre les lignes *E* et *D* de *Frauenhofer;* ces raies ressemblent beaucoup à celles de l'oxyhémoglobine, mais elles sont un peu plus rapprochées et — caractère particulièrement distinctif — elles ne confluent pas et ne se modifient pas sous l'influence d'agents réducteurs, tels que, par exemple le sulfure d'ammonium. Le chlorure de palladium est décomposé par l'oxyde de carbone en présence de l'eau, et il se produit du palladium coloré en noir.

Constatation de l'oxyde de carbone.

Dans ces dernières années, on a fabriqué, en faisant passer un courant de vapeur d'eau sur du charbon incandescent, le « gaz à l'eau. » Ce gaz contient beaucoup d'oxyde de carbone

(V. page 204). Par lui-même il n'est pas éclairant, mais par l'addition de carbures hydriques lourds, il donne une bonne lumière blanche. Sa richesse en oxyde de carbone doit d'autant plus éloigner de son emploi qu'il est inodore.

Explosions. 2° Le gaz d'éclairage mélangé à l'air dans une proportion de 6 à 10 et surtout de 15 à 20 volumes pour 100 volumes d'air, constitue un mélange explosible. On ne doit donc jamais pénétrer avec une lumière dans une pièce où l'on perçoit l'odeur de gaz.

Le pétrole entraîne des risques d'incendie, quand il n'a pas été soigneusement purifié ou quand il n'a pas été additionné de carbures hydriques légers. En Allemagne, l'ordonnance impériale du 24 février 1882 prescrit de considérer comme dangereux, au point de vue des incendies, un pétrole qui, en dessous de 21°C. et sous une pression de 760 mm., dégage des vapeurs inflammables; ce pétrole doit être signalé par une étiquette rouge portant la mention suivante: « Ne peut être utilisé pour l'éclairage que moyennant des précautions spéciales. »

Essai des pétroles. L'essai des pétroles se fait à l'aide de l'appareil d'*Abel;* cet appareil consiste en un réservoir renfermant du pétrole, placé dans une caisse contenant de l'air, le tout étant déposé dans un bain d'eau. Sur une soupape située dans le couvercle du réservoir de pétrole se trouve une petite lampe; si l'on ouvre la soupape, la flamme se dirige vers l'intérieur du réservoir de pétrole et s'il existe des vapeurs de pétrole, elles s'enflamment. Un thermomètre indique la température à laquelle cette combustion se produit.

Les hydrures de carbone gazeux provenant du pétrole, mélangés à l'air dans la proportion d'une partie pour 4 à 8 parties d'air, constituent également un mélange explosible, qui s'allume quand une flamme vient à l'atteindre. Cela peut se produire à la suite d'accidents ou de bris de lampe, ou bien par suite d'une occlusion défectueuse de la mèche; les gaz explosibles contenus dans le réservoir arrivent alors jusqu'à la flamme, s'allument et il se produit un refoulement qui détermine l'explosion. Pour éviter le refoulement de la flamme quand on remplit le réservoir de pétrole, on y ménage sur le côté, une ouverture pour le remplissage (V. *Fig.* 77).

De l'éloignement des immondices.

I. Composition des immondices.

Il se produit sans cesse autour de l'homme des détritus divers, des immondices. On comprend sous ce nom d'immondices : 1) les balayures des maisons et des rues; 2) les matières fécales; 3) les eaux ménagères; 4) les eaux industrielles; 5) le fumier animal.

Les ordures de rue, très variables dans leur quantité et leur composition, renferment environ 20 à 30 % de matières organiques dont la majeure partie est formée par des excréments d'animaux. Quantité.

v. Pettenkoffer a calculé que les balayures des maisons, comprenant les poussières des appartements, les déchets de cuisine, les chiffons et les cendres, comportent un poids approximatif de 150 kilos par an et par tête; pour les matières fécales et l'urine, les poids sont respectivement de 34 et de 428 kilos, également par tête et par année. Les excréments renferment 73 % d'eau et 27 % de matières solides, l'urine 96 % d'eau et 4 % de substances fixes.

La quantité des eaux ménagères s'élève à environ 100 à 150 litres par jour, augmentant surtout avec les facilités d'approvisionnement d'eau. Leur composition est extrêmement variable et change non seulement avec la saison (davantage en été) ou le jour de la semaine (samedi), mais même avec les différentes heures du jour (heure de midi).

On peut moins encore déterminer avec précision la quantité et la constitution des eaux industrielles, qui diffèrent notablement d'après le genre d'exploitation qui leur donne naissance.

Eaux de pluie. Dans les localités très populeuses, les eaux de pluie peuvent, à certains moments, être une cause d'embarras et même d'inconvénients plus ou moins graves; aussi est-il nécessaire pour les grandes agglomérations de pourvoir à leur évacuation régulière. Leur constitution est influencée par la nature des substances qu'elles entraînent dans leur chute; l'eau qui tombe en premier lieu emporte avec elle les souillures des rues et des toits, celle qui tombe ensuite est beaucoup plus pure.

II. Les immondices considérées au point de vue de l'hygiène.

Les immondices peuvent, par leur présence, incommoder ou nuire de différentes façons.

Excrétions. 1) Elles peuvent servir de moyen de propagation pour les maladies infectieuses. Un certain nombre de germes pathogènes se rencontrent dans les excrétions proprement dites; ainsi on trouve dans les crachats le bacille de la tuberculose, le bacille de la diphtérie et le pneumocoque, tandis qu'on rencontre dans les selles les germes de la dysenterie, du choléra et du typhus.

Balayures. D'autres microbes, par exemple ceux des fièvres exanthématiques, adhèrent aux vêtements ou restent fixés aux écailles épidermiques qui forment une assez notable partie de la poussière atmosphérique des chambres. Dans la poussière des parquets et des meubles, sur les habits, etc., se rencontrent, en outre, les microcoques qui produisent les complications infectieuses des plaies. On comprend donc que les balayures, les chiffons, etc., servent souvent d'agents de propagation de ces diverses infections.

Eaux ménagères. Les eaux ménagères peuvent également contenir des bactéries pathogènes en nombre assez considérable. Ainsi les eaux

de baignoires et de lessivage se chargent des germes qui se trouvent à la surface du corps et des linges; en outre, il se mélange régulièrement aux eaux ménagères une notable portion de l'urine, laquelle peut contenir des germes contagieux lorsqu'elle provient de sujets atteints de suppurations, de typhus, de tuberculose, de diphtérie et autres affections; enfin ces eaux reçoivent encore une grande partie des matières fécales des enfants ainsi que des crachats; pour ces diverses raisons elles se placent donc au premier rang des facteurs de propagation des maladies.

Persistance des microbes.

On peut admettre que les microorganismes zymotiques contenus dans les immondices continuent à y vivre pendant un certain temps, qui varie du reste avec leur espèce et la nature même des immondices. Habituellement ils ne s'y multiplient pas, quoique pourtant la chose ne soit pas impossible pour certains d'entre eux, comme par exemple, les microbes de la suppuration, du choléra, du typhus, etc. Il semble en outre que la durée de leur vitalité dans ce milieu soit peu considérable, quoique pourtant il puisse ici aussi se présenter des exceptions; c'est ainsi qu'*Uffelmann* a encore pu constater la présence des bacilles du typhus dans des excréments après 150 jours; de même il existe des faits bien connus d'ouvriers qui gagnèrent le typhus après avoir vidé des fosses d'aisance dans lesquelles on avait versé plusieurs mois auparavant des selles de thyphoïques. Au milieu des matières fixes, dans une fosse d'aisance par exemple, les microbes pathogènes ont moins à souffrir de la concurrence des microorganismes saprophytes que dans les eaux ménagères; dans les premières, en effet, un bacille typhique ou une colonie de ce bacille peut vivre côte à côte soit avec un bacille ou un coccus indifférent, soit avec une colonie de ces derniers, et cela sans que ces germes exercent l'un sur l'autre la moindre action destructive.

Actuellement la question de la persistance des germes pathogènes au sein des immondices n'est pas encore suffisamment élucidée; il y a donc lieu, en attendant, d'attribuer à chaque espèce de microbe la plus longue durée de vitalité connue jusqu'à présent.

Les bactéries pathogènes contenues dans les matières fécales sont en général moins à craindre pour l'homme que

celles des eaux ménagères et des balayures. Leur transport des matières fécales jusqu'à nous est en effet difficilement réalisé ; par contre, celui des bactéries contenues dans les eaux ménagères est possible à l'aide des mains, et d'autre part la poussière des balayures peut, lorsqu'elle est sèche, être soulevée par le vent et se déposer à la surface des plaies, sur la peau et dans les organes respiratoires.

2) Action toxique. Les produits d'excrétion peuvent donner naissance à des poisons; toutefois le danger qui en résulte est peu considérable. Les toxines qui se développent dans les matières en putréfaction sont en effet très peu stables et se décomposent elles-mêmes avec une extrême rapidité.

Hydrogène sulfuré et acide carbonique.

Parmi les gaz toxiques c'est surtout l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique qui méritent ici de fixer l'attention. Lorsqu'ils se répandent dans l'air au fur et à mesure de leur production, ils ne sont nullement à redouter; dans le cas contraire, ils peuvent, par leur accumulation, créer un véritable danger. Ainsi, dans les fosses d'aisance hermétiquement fermées ou recouvertes de terre, l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique se trouvent souvent en telle abondance, que les personnes qui y pénètrent sans prendre les précautions nécessaires, sont brusquement frappées de perte de connaissance et ne tardent pas à succomber. En cas d'accident semblable on a affaire à l'action combinée de ces deux gaz.

Mauvaises odeurs.

3) Souillure de l'air et du sol. On croyait autrefois que les mauvaises odeurs étaient dangereuses par elles-mêmes, et pouvaient occasionner le typhus et d'autres affections. Cette manière de voir ne peut plus être admise aujourd'hui; cela n'exclut toutefois pas la possibilité, pour les personnes sensibles, d'éprouver des troubles réels de la santé à la suite de la respiration continuelle d'exhalaison sfétides. Du reste le dégoût que celles-ci font naître suffit déjà par lui seul pour incommoder au plus haut degré. Lorsque les produits de décomposition des immondices sont répandus sur le sol, ils l'imprégnent d'une grande quantité d'humidité et de substances organiques. La putréfaction se continue à l'intérieur même du sol, et les mauvaises odeurs que celui-ci dégage par la suite, se répandent dans l'air et éventuellement dans les habitations.

Il n'est pas rare que les murs de fondation d'un bâtiment pénètrent dans un terrain souillé comme il vient d'être dit; ils aspirent alors l'eau chargée de substances putrides, et dégagent continuellement une odeur fade spéciale qu'on ne parvient plus à faire disparaître. Un pareil état de choses cesse d'être simplement incommodant et devient réellement nuisible pour la santé. Dans certains cas les souillures dont le sol s'est imprégné arrivent par filtration jusque dans les puits et communiquent à l'eau un goût fade et mauvais; dans certaines circonstances défavorables (pores larges, fissures du terrain, etc.), elles peuvent même lui abandonner des germes pathogènes; dans l'un comme dans l'autre cas, ces eaux sont rendues impropres à la consommation. Sol souillé.

4) Entraînement à la malpropreté. Les immondices que l'on néglige d'enlever en temps opportun, forment pour l'œil un spectacle désagréable qui finit par émousser le sentiment de l'esthétique et qui crée une véritable disposition à la malpropreté. Ce point de vue qui dominait autrefois la question, fut plus tard délaissé par suite de l'importance qu'on attacha au danger d'infection; on tend aujourd'hui de plus en plus à lui restituer toute sa valeur. Il est pénible de devoir se dire que l'odeur fade spéciale que l'on perçoit à l'intérieur d'une maison provient de la putréfaction de matières excrétées abandonnées dans l'un ou l'autre coin; il est désagréable de constater dans une cour des monceaux de déchets de cuisine et de vieux chiffons, ou d'y voir l'eau de lavage s'amasser en flaques malpropres jusqu'à ce qu'il plaise aux rayons du soleil de les assécher; il est enfin énervant de ne pouvoir boire de l'eau sans être obsédé par l'idée que peut-être elle provient en partie d'une mare infecte ou d'une fosse à ordures ou à excréments. Un pareil état de choses ne peut exister sans agir défavorablement sur la santé, en restreignant l'usage de l'air libre, et en provoquant un dégoût continuel allant parfois jusqu'au vomissement. Les sens de la vue et de l'odorat finissent à la longue par en être émoussés, et ne sont dès lors plus aptes à être les gardiens fidèles de la propreté. Là où l'on trouve la cour malpropre, là aussi il y a grande chance de trouver la maison, les chambres, les vêtements et les corps même insuffisamment nettoyés, c'est-à-dire les portes large ouvertes à toutes les

infections. L'évacuation prompte et rationnelle des immondices constitue donc l'un des plus importants desiderata de l'hygiène.

III. Amoncellement et éloignement des immondices.

Les immondices doivent pouvoir être rassemblées et évacuées sans qu'il puisse résulter aucun danger pour la santé, du fait des germes infectieux et des poisons qu'elles renferment, et aussi sans que l'on puisse être incommodé par leurs mauvaises odeurs ou leur aspect désagréable; il faut en outre que l'habitation, le sol et l'eau soient maintenus à l'abri de toute souillure par les matières d'excrétion.

Le procédé à suivre diffère avec la localité, selon par exemple qu'il s'agit d'une ville ou d'un village, et diffère aussi avec la nature même des immondices. Le fumier animal sera recueilli dans des fosses maçonnées parfaitement étanches; dans les grandes villes il sera enlevé aussitôt que possible dans des charrettes fermées. On ne doit pas oublier que le fumier animal renferme en certaines circonstances les bacilles du charbon, de la morve, de la tuberculose, du tétanos. On évitera de le mélanger avec les excréments humains, car les bactéries pathogènes contenues dans ces derniers sont plus facilement transportables à l'homme par l'entremise du fumier, et aussi parce que la forte température qui se développe dans celui-ci est une condition favorable à la multiplication des bactéries.

Fumier animal.

Balayures.

Les balayures, y compris les cendres, seront recueillies dans des réservoirs en fer ou en maçonnerie, parfaitement étanches, incombustibles et munis d'un couvercle fermant hermétiquement; on veillera à ce qu'elles soient enlevées régulièrement par les charrettes de la voirie. Lorsque les balayures enlevées ne pourront être immédiatement rassemblées dans des fosses ou enfouies par le labourage, ainsi qu'il pourra arriver dans les grandes villes, on devra songer à les détruire par le feu (*). Là

(*) En Angleterre, d'après *Ch. Weil* (*Semaine Médicale*), le nombre des villes qui détruisent les balayures et les ordures par le feu s'est élevé depuis 1876, de 0 à 55; le nombre des fours incinérateurs est monté dans le même laps de temps, de 14 à 570. Ces fours sont de la force de 10,000 chevaux-vapeur; ils font marcher des chemins de fer, élèvent de l'eau, produisent de la lumière électrique, etc. A Berlin on vient d'établir 6 fours semblables qui incinèrent par semaine 200,000 kilogrammes d'ordures (N. des T.).

où l'on dispose de foyers suffisamment puissants, par exemple de foyers de chauffage central, on devrait brûler chaque jour la totalité des immondices recueillies; l'incinération constitue en effet le moyen le plus commode de s'en débarrasser.

Pour toutes les autres immondices, y compris les eaux pluviales, l'éloignement ne peut en être obtenu que par

A. Le système de canalisation de flottaison.

(Schwemmkanalisation).

Ce système consiste à recueillir les immondices, avec certaines restrictions éventuelles, dans un réseau de canaux souterrains à travers lesquels elles cheminent d'une façon continue. Il est indispensable : 1) que la disposition de ces canaux permette un rapide écoulement; 2) que sur tout leur parcours il ne puisse s'en échapper ni germes infectieux, ni liquides, ni gaz odorants; 3) qu'à sa sortie du réseau, le contenu des égouts ne puisse occasionner de dommages pour la santé, ni d'incommodités d'aucune sorte.

a) **Disposition des canaux.**

1) Etablissement de la canalisation. Le réseau des canaux prend naissance sous les éviers et les entonnoirs des latrines par des tuyaux de chute en zinc ou en fonte; ceux-ci descendent jusqu'au sous-sol ou même sous ce dernier, et viennent se réunir au drain principal de la maison qui est en fer ou en grès émaillé. Avant que ce drain principal ne traverse le mur de fondation pour s'aboucher à angle aigu dans l'égout de la rue, on y intercale un tuyau de révision (Revisionsstück), c'est-à-dire un fragment de tuyau muni à sa partie supérieure d'un regard de visite avec couvercle fermant hermétiquement (*Fig. 80*).

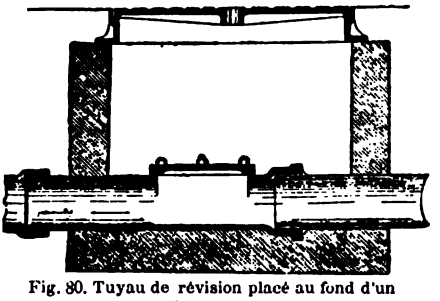


Fig. 80. Tuyau de révision placé au fond d'un puits maçonné.

Les égouts de rue sont généralement placés au milieu de la rue; les canaux de petit calibre, c'est-à-dire ayant moins de 50 centimètres de diamètre, sont ordinairement faits en tuyaux de grès vernissés, exempts de tout défaut; les plus larges sont construits en briques et en ciment, ou bien avec des plaques entières de béton reliées les unes aux autres. La section de ces canaux est ovoïde avec l'extrémité pointue dirigée en bas, de façon à obtenir une couche d'eau circulante peu large et aussi haute que possible, et à empêcher ainsi le dépôt des matières solides (*Fig. 81*). Afin de faire servir les égouts au drainage de la nappe souterraine et pour obtenir éventuellement l'abaissement du niveau de celle-ci, on ménage des espaces vides dans la maçonnerie de soutien du canal, ou bien on entoure la pointe de ce dernier de gros gravier : le courant de

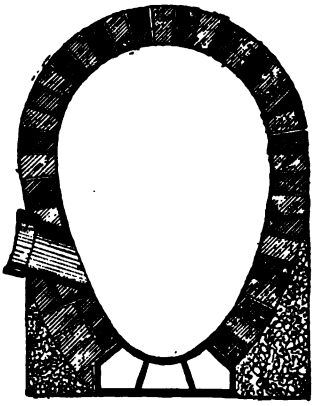


Fig. 81. Egout de rue de grandes dimensions, avec abouchement d'un canal latéral, avec une partie de radier creuse et un lit de gravier pour l'écoulement de l'eau souterraine.

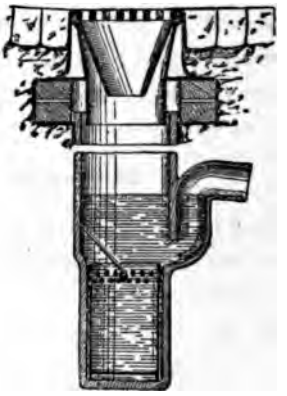


Fig. 82. Gullie avec seau à ordure, et fermeture à siphon du tuyau d'abouchement dans l'égout.

l'eau souterraine se fait ainsi dans une direction parallèle à celle du courant d'eau sale. Pour recueillir les eaux de rue on établit de distance en distance des orifices ou bouches d'égout (*Fig. 82*) : sous la grille qui ferme ces orifices est creusé un puisard dans le fond duquel est installé un seau en métal destiné à recevoir la boue; l'eau s'écoule dans l'égout par un orifice situé à la partie supérieure et latérale du puisard; ces bouches d'égout spéciales ont reçu le nom de *gullies* (sink-kasten). On pratique en outre dans la voûte des égouts des

regards ou trous de révision (Revisionsschachte) qui servent à la fois au contrôle, au nettoyage et à l'aérage de ces canaux.

La largeur des égouts se règle sur la masse des eaux pluviales qu'ils doivent recevoir, la quantité d'eaux ménagères étant en comparaison de peu d'importance. Toutefois on s'exposerait à de multiples inconvénients si l'on voulait faire les égouts assez vastes pour leur permettre de recevoir d'un seul coup toute l'eau des averses les plus abondantes. Pour cette raison on se contente habituellement de donner aux plus grands canaux une largeur telle qu'ils soient en état de livrer passage à la quantité d'eau correspondant à une hauteur de pluie de 7 millimètres à l'heure. En cas de pluies plus fortes, l'eau qui arrive en excès dans les premières parties du réseau, est immédiatement déversée au dehors par des déversoirs de nécessité (Nothausslässe), c'est-à-dire par des conduites de dérivation partant du pourtour supérieur des canaux et aboutissant directement à une rivière, à un fossé, etc. (*Fig. 83*).

Une certaine pente est nécessaire aux égouts pour assurer le rapide écoulement de leur contenu et réduire au minimum le dépôt des matières en suspension. L'inclinaison à donner

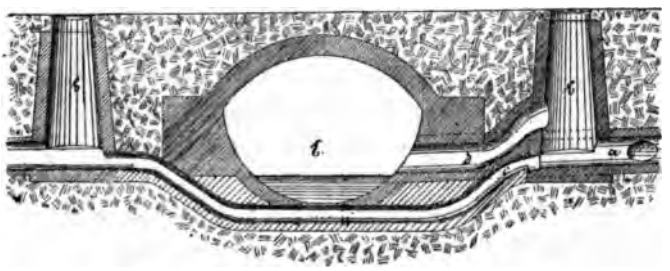


Fig. 83. Déversoir de nécessité et installation d'un dispositif spécial (Wiesbaden).

a Abouchement d'un canal latéral; *b b* puits de révision; *c* partie rétrécie de l'égout (Dücker) passant sous un cours d'eau voûté *E*. Ce dücker est plus étroit que les bouts afférent et efférent de l'égout qu'il réunit, afin de rendre le courant plus rapide et d'empêcher la formation de dépôt. Le déversoir de nécessité *d* s'abouche ici dans le puits de révision; il doit conduire dans le cours d'eau *E* l'eau qui, arrivant en excès en *a*, ne peut passer entièrement dans la partie rétrécie de l'égout.

sera de 1 : 50 pour les conduites de maison, de 1 : 250 pour les petits canaux de rue, de 1 : 500 pour les grands canaux et de 1 : 2000 pour les collecteurs. Lorsque l'inclinaison est trop forte, l'eau s'échappe sans entraîner les matières solides, qui séjournent alors dans les conduits et s'y putréfient. On peut

remédier à cet inconvénient en « brisant » en quelque sorte la pente trop raide au moyen de puits spéciaux ou de trous de révision qu'on établit sur le trajet d'un canal, de façon que celui-ci s'y abouche par en haut et en ressorte par en bas.

On débarrasse les égouts de la vase qui s'y dépose, soit à l'aide du lavage, soit par le curage mécanique. Le lavage d'un égout, lorsqu'il n'est pas suffisamment réalisé par les eaux pluviales, se pratique par des chasses d'eau qu'on exécute de deux façons : ou bien on inondé brusquement l'égout à nettoyer, ou bien on y arrête l'eau derrière une vanne qui est introduite par un regard au-devant de l'ouverture inférieure du canal à curer (*Fig. 84*). Lorsqu'on lève la vanne, l'eau sale s'élance avec force et emporte les matières solides déposées. Quant au nettoyage manuel, il est facile à opérer dans les canaux qui sont assez larges pour livrer passage aux ouvriers; pour les canaux plus étroits, on les cure au moyen d'écouvillons en fil métallique, tout en y faisant passer de grandes quantités d'eau.

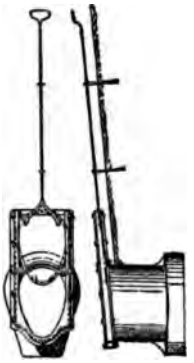


Fig. 84. Vanne à coulisse d'un canal étroit, vue de face et de profil.

2) Sortie des germes infectieux, des gaz et des liquides contenus dans les égouts.

Bactéries. Le passage dans l'air de germes infectieux provenant des égouts n'est nullement à redouter. Sur toute la longueur d'un réseau de canaux il n'existe pas un seul endroit où règne une sécheresse suffisante pour produire de la poussière; les bactéries pathogènes qui pourraient adhérer aux parois ne peuvent donc s'en détacher pour se répandre dans l'air des égouts; celui-ci ne contient en fait de bactéries que celles qui lui ont été apportées par l'air extérieur. En fait, les recherches ont prouvé que l'atmosphère des canaux est effectivement presque dépourvue de microorganismes.

Gaz. Dans un système d'égouts bien construits et bien entretenus, on ne constate pas de dégagement de gaz fétides; par contre, il y règne habituellement une odeur fade de moisi. Pour n'avoir pas à en souffrir, il est nécessaire d'assurer convenablement la ventilation des égouts, tout en empêchant que les odeurs ne pénètrent dans l'intérieur des habitations. Dans

ce but (*) on fera déboucher directement dans les canaux les tuyaux de chute des eaux pluviales faisant suite aux gouttières, en leur faisant ainsi jouer le rôle de cheminées évacuatrices; les plaques percées de trous d'un certain nombre de regards serviront alors de portes d'entrée à l'air extérieur. Il va de soi que ces gouttières servant de tuyaux de dégagement ne devront pas s'ouvrir en haut à proximité des fenêtres des locaux habités.

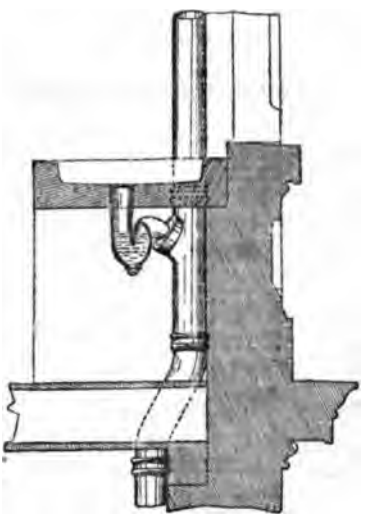


Fig. 85. Siphon en dessous d'un évier.

Pour s'opposer à la pénétration des gaz dans les habitations, on a recours aux obturateurs hydrauliques tels que les siphons (**) : le tuyau qui se détache des éviers, des water-closets, etc., est recourbé en forme d'S; la courbure de l'S retient en permanence une couche d'eau qui, déjà lorsqu'elle n'a que 2 à 3 centimètres de hauteur, oppose une barrière suffisante au passage des gaz des égouts (*Fig. 85*).

L'évaporation, des fissures, la succion opérée, comme il va être dit, sur les siphons, peuvent vider complètement ces derniers et rendre possible l'entrée des gaz dans les habitations. Cette succion se produit lorsque le tuyau de chute, unique pour les siphons des divers étages, vient à être rempli par une masse d'eau venant d'un étage supérieur et dont l'écoulement se fait assez brusquement pour laisser un vide derrière elle. On empêchera cette succion de se produire en prolongeant le tuyau de chute jusqu'au toit avec les mêmes dimensions.

(*) Dans le système américain on ventile l'égout au moyen du principal tuyau de chute de la maison qu'on fait monter jusqu'au toit; on ne place alors aucun siphon à la base de ce tuyau de chute et on se contente d'en mettre dans les tuyaux latéraux faisant suite aux water-closets et aux éviers (N. des T.).

(**) Siphons ou *coupe-air*. En Belgique, un coupe-air qui est encore fréquemment employé pour les cuisines, les cours, etc., est le *sterf-put* (puits-mort) : c'est une pierre de taille cubique, creusée en forme de cuvette et munie latéralement d'une ouverture oblique dont l'arête supérieure forme diaphragme plongeant (N. des T.).

De pareils obturateurs hydrauliques sont installés dans les rues, les cours, etc. Voir la *Fig. 82*, page 256.

Liquides. Dans les anciennes villes on trouve encore des égouts à parois et à radier perméables. Il est clair que de pareilles installations doivent être condamnées; les canaux seront donc toujours parfaitement étanches; sinon, le sol qui les entoure s'imbibe à un haut degré de souillures diverses.

b) Éloignement définitif des eaux d'égout.

Composition des eaux d'égouts. Les eaux d'égout présentent dans leur composition des différences assez notables. Ainsi, à Munich, à l'époque où les canaux ne recevaient pas encore les matières fécales, l'analyse a fait reconnaître, par litre d'eau recueillie le jour, 49 milligr. de matières inorganiques et 31 milligr. de matières organiques en suspension, plus 381 milligr. de substances dissoutes, tandis que la moyenne des chiffres fournis par 50 analyses faites dans 16 villes anglaises, s'élevait à 178 milligr. de matières inorganiques, 213 milligr. de matières organiques et 824 milligr. de substances dissoutes. D'un autre côté, un nombre égal d'analyses faites dans 16 villes anglaises qui ont adopté le système du tout à l'égout, ont donné comme moyennes 241 milligr. de matières inorganiques, 205 milligr. de matières organiques et 722 milligr. de substances dissoutes, alors qu'à Berlin les quantités trouvées dans les mêmes circonstances ont été respectivement de 210 milligr., 326 milligr. et 850 milligr. Il résulte de ces données que l'admission des matières fécales dans les égouts, en occasionnant une dépense spéciale d'eaux de lavage, ne modifie guère la proportion pour cent d'immondices contenues dans les eaux-vannes, quoiqu'elle en exagère pourtant la quantité absolue. Parmi les matières tenues en suspension dans les eaux d'égout, ce sont les substances organiques, en vertu de leur tendance à se décomposer, et les bactéries en tant qu'agents de la putréfaction et des infections, qui méritent surtout de fixer l'attention.

La putréfaction et l'infection, tels sont donc les deux points principaux qui sont à considérer, lorsqu'on se préoccupe de la destination finale à donner aux eaux d'égout. Celles-ci peuvent ou bien être conduites à la mer, dans les grands lacs, ou dans des cours d'eaux, ou bien être déversées à la surface du sol pour y pénétrer par filtration.

1). Déversement du contenu des égouts dans les rivières.

Lorsqu'un égout débouche dans un cours d'eau, son contenu commence par se diluer dans l'eau du fleuve.

Si cette dilution est très forte, les matières dissoutes ou tenues en suspension ne sont guère soumises à une décomposition véritable; par contre celle-ci devient possible toutes les fois que le volume de l'eau du fleuve est peu considérable par rapport à celui de l'eau polluée qui y est reçue.

Toutefois, l' « assainissement spontané » des rivières intervient activement pour débarrasser celles-ci des matières suspendues ou dissoutes qui leur ont été amenées. Cet assainissement spontané est produit tout d'abord par la dilution des matériaux de souillure dans l'eau propre des ruisseaux et des fleuves, en second lieu par des transformations purement chimiques, en troisième lieu par la précipitation des matières suspendues, en quatrième lieu par l'utilisation ainsi que la décomposition des différentes substances par des êtres vivants. Ces derniers sont de petits animalcules, des plantes vertes et d'autres dépourvues de chlorophyle, et aussi dans une large mesure les bactéries contenues dans l'eau. L'épuration spontanée est du reste encore influencée par le degré de la température, le volume d'eau, la rapidité du courant, les propriétés du lit du fleuve, l'espèce de souillures, et la nature des êtres vivants qui existent dans l'eau. **Assainissement spontané des rivières.**

Il est clair, d'après cela, que l'assainissement spontané doit se produire avec une intensité variable, et que l'étendue de chemin que l'eau doit parcourir pour redevenir propre, doit différer considérablement suivant les cas. On peut admettre que l'épuration de l'eau d'un fleuve est achevée, lorsque cette eau a repris, chimiquement, bactériologiquement, et microscopiquement, les propriétés qu'elle avait avant d'être polluée par son mélange avec les eaux d'égout. Quoi qu'il en soit, on ne devra jamais perdre de vue que les matières en suspension peuvent, par suite du petit volume d'eau, de la lenteur de l'écoulement et d'autres circonstances, former sur le lit du fleuve et sur les berges, des bancs de vase que la sécheresse et les températures élevées pourront transformer en foyers de

putréfaction. Un assez grand nombre de ruisseaux et de petites rivières traversant des régions industrielles fort populeuses, se trouvent souillés de cette façon et constituent pour les riverains un voisinage peu enviable. Avec les fleuves à débit important, le danger qui peut ainsi résulter de la précipitation des matières, est peu à redouter. La vase des égouts, qui est riche en substances organiques, est en effet bientôt recouverte par le limon de nature inorganique du fleuve, elle se dilue et est emportée par les premières fortes eaux qui surviennent.

Ainsi que nous l'avons vu antérieurement, les bactéries pathogènes continuent à vivre un certain temps dans l'eau. Comme ces bactéries existent d'une façon pour ainsi dire constante dans le contenu des égouts, on peut en conclure que l'admission de ce dernier dans les fleuves ne peut se faire sans danger lorsque la masse d'eaux sales déversées est trop considérable pour le volume d'eau du fleuve, et lorsque celle-ci risque d'être consommée ou utilisée pour les usages domestiques, à une distance trop peu considérable de l'abouchement de l'égout dans le fleuve.

Règles. Le déversement des eaux d'égout dans la pleine mer peut se faire sans inconvénient, lorsque les mouvements de la marée ou les courants sont à même de les transporter rapidement au loin.

Pour le déversement dans les fleuves, on doit admettre comme règle, qu'il peut être autorisé lorsque la quantité de souillures des eaux-vannes est faible en proportion de la masse du fleuve, et en outre, lorsque cette dernière ne doit trouver son emploi comme eau de boisson ou eau de nettoyage qu'à une grande distance de l'abouchement des canaux; en toute autre circonstance il est nécessaire, qu'avant d'être déversées dans les rivières, les eaux d'égout soient préalablement débarrassées de leurs germes pathogènes et de leurs matières putrescibles.

Ce but peut être atteint par deux procédés, qui sont la filtration à travers le sol et la clarification.

2). La filtration à travers le sol, l'irrigation.

Nous avons déjà parlé antérieurement de la propriété qu'a le sol de purifier les eaux sales qui s'infiltrent entre ses pores. Mais si l'on se bornait à laisser ces eaux s'écouler simplement

sur le sol, il se produirait bientôt un envasement de la surface filtrante et éventuellement une élévation dangereuse de la nappe souterraine. On est donc obligé de veiller à ce que les pores conservent leur perméabilité et à ce que l'eau qui arrive dans la profondeur, nettoyée par la filtration, puisse s'écouler d'une façon régulière.

Autrefois on employait pour purifier les eaux souillées, soit la filtration ascendante, soit la filtration latérale, soit enfin la filtration descendante continue. De nos jours, on ne pratique plus guère que la filtration descendante intermittente, qu'on réalise par la méthode bien connue de l'« irrigation »; nous en donnons ici la description sommaire.

Irrigation.

L'eau d'égout est d'abord dépouillée par des râteaux de ses souillures les plus grossières, telles que papier, etc., puis elle s'écoule, soit d'elle-même le long d'une pente naturelle, soit poussée par des machines, jusqu'à la station de distribution des champs d'irrigation, lesquels sont situés à une grande distance, dans la campagne. Ces champs d'irrigation sont des terrains aplanis, séparés les uns des autres par des digues peu élevées, et qui sont drainés à une profondeur de 1 à 2 mètres. Les drains se réunissent au besoin à des drains collecteurs qui conduisent l'eau purifiée dans le fleuve le plus voisin ou à la mer. Sur les digues de séparation sont creusés des fossés qui reçoivent les eaux de la station de distribution, pour les déverser ensuite au moyen d'écluses, et suivant un tour de rôle déterminé, sur les différents champs d'irrigation. On cultive sur ces champs des plantes de différentes espèces et particulièrement de l'herbe.

Effets de l'irrigation.

L'eau d'égout qui a été ainsi déversée sur le sol, pénètre dans celui-ci et lui abandonne entièrement les particules qu'elle tient en suspension et notamment toutes ses bactéries. En outre, lorsqu'elle arrive dans les tuyaux de drainage, elle a perdu plus de 75 % des matières organiques qu'elle tenait en solution. Ces matières sont transformées dans le sol en divers composés minéraux, grâce à l'action des microorganismes (Voir p. 93). L'ammoniaque, l'acide phosphorique, les composés de potassium ne se retrouvent pourtant pas dans l'eau des drains en quantité notable, ce qui est dû à ce que les plantes absorbent ces produits pour les faire servir à leur propre structure; par

contre, le chlorure de sodium passe presqu'entièrement dans l'eau des drains, et l'acide nitrique s'y rencontre de son côté en plus grande proportion que dans les eaux-vannes elles-mêmes.

Les chiffres moyens fournis par 17 analyses ont été :

	Mat. organ.	Acide phosph.	H^3Az	Az^2O^3	NaCl	Potasse.	Soude.
Dans l'eau d'égout	22,0	3	12,0	0,0	24,0	7,0	30,0
Dans l'eau des drains	3,5	0,35	0,56	12,0	21,8	0,37	6,0

Les plantes absorbent en outre beaucoup d'eau et en font passer une quantité plus grande encore à l'état de vapeur. La culture des plantes sur les terrains irrigués a aussi pour effet d'activer considérablement la décomposition des matières organiques et de rendre possible l'éloignement d'une partie des produits qui en résultent; enfin, elle permet de réaliser un léger gain pécuniaire (C'est ainsi que l'exploitation de certaines parties des champs d'irrigation de Berlin rapporte 2,5 % d'intérêts [Directeur *Weisse*]).

Pendant l'hiver, on fait écouler les eaux d'égout dans quelques parties seulement des champs d'irrigation, et là elles continuent à s'infiltrer en dessous de la glace qui les recouvre; il est vrai de dire que l'épuration n'est pas alors aussi complète que pendant les autres saisons de l'année.

Influence sanitaire de la pratique des irrigations.

Dans le système de l'irrigation, la destruction des immondices est opérée par les couches superficielles d'un terrain de grande étendue. Par suite de la grande quantité d'oxygène contenu dans ces couches, les oxydations l'emportent sur les réductions; c'est ce qui fait qu'il ne se dégage pas sur les champs irrigués de puanteur véritable; le plus souvent même on ne remarque aucune odeur ou seulement une odeur fade de vase, moins désagréable à sentir que celle résultant de l'épandage ordinaire du fumier. Il en résulte qu'aux environs des champs d'irrigation bien entretenus, on n'a que rarement l'occasion d'entendre les habitants se plaindre d'être incommodés par un pareil voisinage.

Les ouvriers occupés aux champs d'irrigation jouissent d'une bonne santé, tout aussi bien d'ailleurs que les véritables égoutiers. On devrait pourtant s'attendre à voir les maladies infectieuses atteindre de préférence les gens de cette catégorie;

mais c'est précisément le contraire qui est vrai. Il est à présumer que les microbes pathogènes sont rapidement étouffés par les nombreux saprophytes et qu'ils ne tardent pas à succomber, ou bien on peut admettre qu'étant délayés dans une très grande quantité d'eau, ils ont rarement l'occasion de se trouver réunis en nombre suffisant pour pouvoir produire une infection. De ce qui précède on peut inférer que les germes morbides contenus dans les eaux des rivières — mais des grandes rivières seulement — ne sont pas grandement à redouter; d'autre part, on ne peut nier que maintes infections ont, selon toute vraisemblance, été causées par l'usage d'une eau de ruisseau polluée par des matières excrémentitielles.

3). La clarification.

Le manque d'espace, la constitution peu propice du sol, — un sol peu perméable nécessite une trop grande étendue de terrain — l'élévation des dépenses sont des causes qui empêchent fréquemment de recourir au procédé de l'irrigation.

But de la clarification.

En pareils cas, la clarification des eaux d'égout peut s'imposer. Cette méthode vise à dépouiller les eaux de leurs germes pathogènes et à leur enlever la plus forte proportion possible des matières fermentescibles qu'elles contiennent.

1) Désinfection.

Le premier but peut être atteint par l'addition de substances désinfectantes. Le désinfectant le plus approprié est la chaux, qui trouve du reste son emploi dans presque tous les procédés de clarification. Il y a lieu de considérer son action comme suffisante lorsqu'à un moment donné de l'opération, l'eau se montre à peu près exempte de germes. Lorsqu'on n'a en vue que la destruction des bacilles du typhus et du choléra, l'effet désiré peut être obtenu avec une proportion de $^1/_{10}$ % de chaux, dont on prolonge l'action pendant plusieurs heures consécutives.

Toutefois les eaux polluées peuvent contenir d'autres germes que les précédents et notamment ceux des maladies exanthématiques. Comme on ne connaît pas les propriétés de ces organismes, il faut, pour avoir une garantie qu'on les atteint avec les autres, s'attacher à arriver à une absence presque complète de germes.

2) Précipitation des matières en suspension.

Les substances organiques fermentescibles se trouvent dans les eaux d'égout, soit à l'état de solution, soit à l'état de particules en suspension. Les particules en suspension se laissent enlever par simple dépôt. Celui-ci se produit déjà, quoique d'une façon incomplète, sous l'influence du seul repos absolu ou relatif des eaux polluées. Mais on obtient des résultats beaucoup plus complets, lorsqu'en même temps on ajoute, à ces eaux, des produits qui y déterminent la formation de précipités lourds et volumineux. Ceux-ci englobent alors toutes les particules suspendues, et les font descendre avec eux. La simple addition de chaux a déjà pour effet de donner lieu à semblable précipité, par suite de la transformation de cette substance en carbonate de chaux; toutefois on a généralement recours à des produits agissant sous ce rapport d'une façon plus active, et parmi eux il faut citer le sulfate d'alumine que l'on emploie concurremment avec la chaux. L'addition de ces corps donne lieu à la formation d'un double précipité d'hydrate d'alumine et de gypse; on ne doit ajouter le sulfate d'alumine qu'en second lieu, lorsque la chaux a déjà eu le temps d'exercer la plus grande partie de ses effets désinfectants. Les bactéries qui n'ont pas succombé peuvent toujours, de cette façon, être englobées dans le précipité et emportées avec lui.

3) Action sur les substances dissoutes.

Si le procédé que nous venons d'indiquer, ou tout autre semblable, permet d'enlever sûrement aux eaux d'égout la plupart de leurs bactéries et des matières qu'elles tiennent en suspension, il n'a par contre qu'une action peu marquée sur les substances qui se trouvent dissoutes dans ces mêmes eaux. Il est bien vrai qu'il se forme toujours dans les eaux traitées, l'une ou l'autre combinaison chimique, variable avec la nature du produit employé; mais la plus grande partie des substances inorganiques et la presque totalité des substances organiques dissoutes restent comme telles dans l'eau, n'attendant que des conditions favorables pour donner lieu à des fermentations.

En Allemagne, il n'y a encore qu'un petit nombre de villes qui possèdent des installations pour la clarification des eaux d'égout; on peut citer comme types celles de Francfort-sur-le-Mein et celles d'Essen.

A Francfort *(Fig. 86)*, l'eau à clarifier a d'abord dû passer

sur un lit de sable où, sa vitesse étant diminuée, elle abandonne par précipitation ses particules les plus denses. Elle arrive ensuite dans la chambre à tamiser, dans laquelle les impuretés grossières qui flottent à sa surface, sont retenues par des filets suspendus; de là elle se rend dans le local aux mélanges où se déversent spontanément des quantités de solution de sulfate d'alumine et de lait de chaux proportionnelles au volume d'eau à clarifier. L'eau ainsi traitée s'écoule dans la galerie de distri-

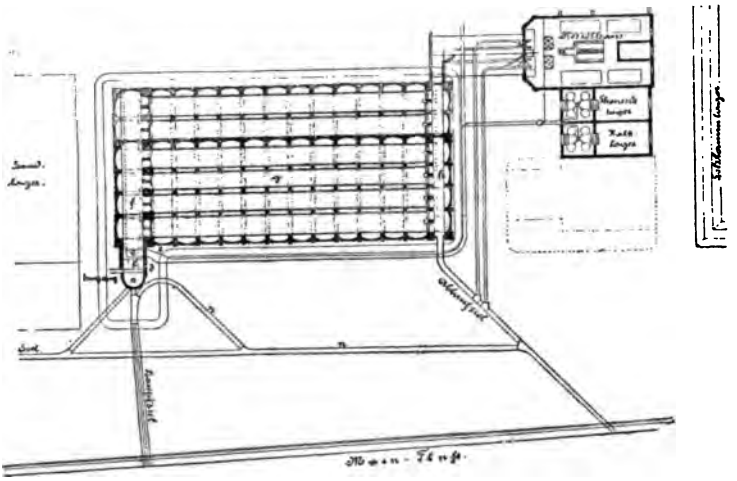


Fig. 86. Installatoin des bassins à clarification de Francfort-sur-le-Mein.
a Chambre à sable; *b* chambre aux tamis; *c* chambre aux mélanges; *d* conduite amenant la chaux; *e* conduite amenant le sulfate d'alumine; *f* galerie de distribution; *g* bassins à clarifier (les deux bassins du dessus ne sont pas achevés); *h* galerie d'évacuation; *n* canal servant de deversoir de nécessité.

Sandlager : dépôt de sable; *Eingang* : entrée; *Siel* : canal amenant l'eau sale; *Hauptsiel* : égout principal; *Kesselhaus* : local aux chaudières; *Thonerdelager* : dépôt d'alumine; *Kalklager* : dépôt de chaux : *Schlammlager* : dépôt de vase; *Ablaufsiel* : canal d'évacuation; *Main-Fluss* : Mein, rivière.

bution, et de là dans les véritables bassins à clarification. Ces bassins, qui sont au nombre de quatre, peuvent contenir chacun 1100 mètres cubes d'eau, et mesurent 83,4 mètres de long sur 6 mètres de large; leur profondeur est de 2 mètres au point d'arrivée de l'eau et de 3 mètres au niveau de sa sortie. L'eau y coule avec une vitesse de 5 millimètres à la seconde au début, et de 3 millimètres à la fin; elle est évacuée par de longues fentes étroites, tantôt en haut et tantôt en bas, selon les différences de température. Pendant la durée de son

trajet à travers les bassins, l'action du repos relatif s'ajoute à celle des substances chimiques pour opérer la précipitation de presque toutes les particules tenues en suspension. L'eau clarifiée est finalement conduite dans le Mein. Lorsqu'on veut nettoyer un bassin, on ferme les conduites d'arrivée de l'eau,

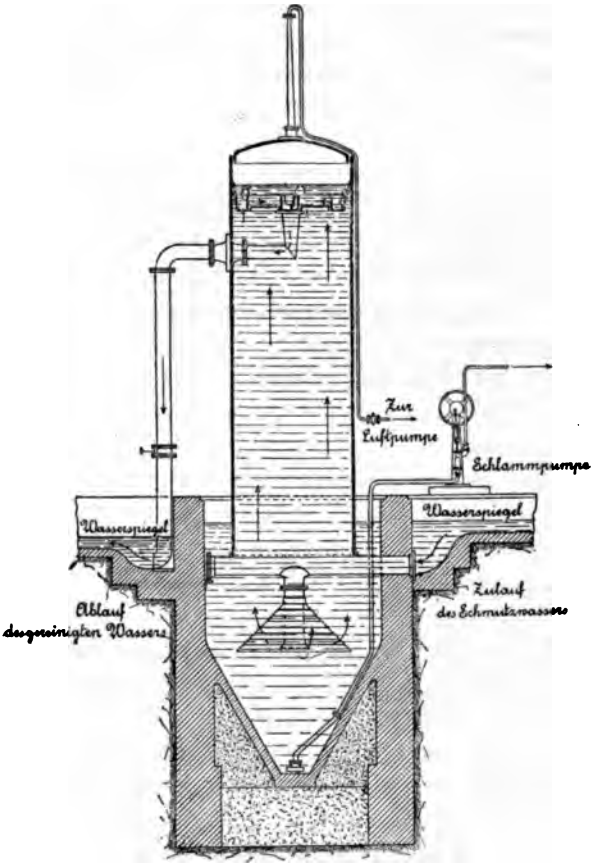


Fig. 87. Système de *Rœckner-Rothe*.

Wasserspiegel : niveau de l'eau; *Ablauf des gereinigten Wassers* : écoulement de l'eau clarifiée; *Zulauf des Schmutzwassers* : arrivée de l'eau sale; *Schlammpumpe* : pompe pour extraire la vase; *Zur Luftpumpe* : conduite à relier à la pompe servant à faire le vide.

on laisse celle-ci s'écouler lentement, puis on enlève la vase déposée au moyen de pompes.

Système de *Rœckner-Rothe*.

Tout autre est le procédé de clarification de *Röckner-Rothe* qui a été adopté par la ville d'Essen. L'installation

comprend ici une série de puits ou de bassins, à fond conique, dans lesquels plongent des cylindres en fer bien clos, sauf à leur partie inférieure, et mesurant 8 mètres de hauteur sur 4 à 5 mètres de diamètre. Le vide est fait dans l'intérieur de ces cylindres au moyen de pompes aspirantes. L'eau sale arrive dans le tiers inférieur de chaque bassin, remplit celui-ci, et s'élève dans le cylindre où le vide a été fait, jusqu'à ce qu'elle atteigne un tuyau de trop plein qui la déverse extérieurement dans un bassin latéral dont le niveau supérieur est un peu plus bas que celui de l'eau sale du puits. L'écoulement se continue dès lors par un jeu de siphon. Le mode de clarification est le suivant : l'eau sale, avant d'arriver dans le bassin conique a préalablement reçu une certaine proportion de chaux et de sulfate d'alumine; pour pénétrer du bassin dans le cylindre, elle doit passer par une sorte de diviseur de courants (Stromvertheiler) dont les différentes pièces sont agencées en forme de persiennes. En s'élevant lentement sous l'influence de l'aspiration qui s'exerce dans l'intérieur du cylindre, la première eau laisse d'abord déposer une couche de vase sur cet appareil diviseur. L'eau venant après, doit traverser cette couche de vase, qui lui sert désormais de filtre, et sur laquelle elle se dépouille de la plus grande partie des matières en suspension qui ont été englobées dans les volumineux flocons du précipité chimique. Les matières qui ne sont pas arrêtées au niveau du diviseur, montent avec l'eau dans l'intérieur du cylindre, mais elles ne tardent pas à redescendre, et cela d'autant plus facilement qu'au cours de leur ascension elles sont, par suite du vide existant dans le cylindre, peu à peu débarrassées des bulles d'air qui leur sont adhérentes. La vase qui se dépose dans le fonds conique du bassin, est enlevée à l'aide d'une pompe.

Degré d'efficacité de ces procédés.

Moyennant l'addition de quantités suffisantes de produits chimiques, et à condition de donner aux précipitations le temps de se produire, on peut bien arriver avec les procédés de clarification précités, à obtenir une eau qui soit exempte de germes et qui ne renferme plus qu'une quantité insignifiante de particules en suspension. Malheureusement la proportion de matières organiques fermentescibles, que l'eau tient en dissolution, ne sera pas par là diminuée, et même elle pourra être

augmentée par suite de l'action de la chaux sur les particules flottantes de nature organique. Aussi longtemps qu'il restera de la chaux dans les eaux clarifiées, la putréfaction ne s'y développera pas; mais dès que par suite du déversement dans un cours d'eau, la chaux aura été transformée en carbonate, la putréfaction pourra se produire si la dilution dans les eaux du fleuve ne parvient à l'enrayer. D'un autre côté, la vase calcaire qui se déposera dans la rivière aura une réaction légèrement alcaline, d'où il suit que les substances organisées et organiques que cette vase contiendra, seront exposées à une décomposition active sous l'action des bactéries. Plus il y aura eu de chaux en excès amenée dans la rivière par les eaux clarifiées, plus volumineux seront les bancs de vase déposée, et plus grand sera le danger des décompositions consécutives. Il résulte de ce qui précède que l'on doit être réservé dans l'emploi de la chaux, et que l'on doit veiller à obtenir un déversement rapide de l'eau clarifiée dans un cours d'eau aussi considérable que possible.

La vase que l'on retire des appareils à clarification peut aussi de son côté être une source d'ennuis; les cultivateurs ne l'emploient pas volontiers comme engrais, et l'on est contraint de la réunir en tas qui deviennent encombrants. On a fait un autre reproche aux procédés de clarification, c'est d'être cause que les poissons succombent dans les rivières par suite de la chaux qui y est déversée. Pour les grands fleuves la chose n'est pas à craindre; quant aux petites rivières, ce n'est pas pour la petite quantité de poissons qu'on peut y entretenir, que l'on devrait empêcher les villes de se débarrasser d'une façon convenable de leurs eaux impures. On n'a pas, jusqu'à présent, signalé que les installations à clarification aient causé des dommages quelconques aux habitants vivant dans leur voisinage, ou aux ouvriers qui y sont occupés.

B. Le système d'évacuation par transport.

a) Règles générales pour l'installation des fosses et latrines. — Vidange.

D'une manière générale, les différents systèmes à collectionnement des immondices, nécessitant le transport ou la

vidange, sont inférieurs au système d'évacuation immédiate par canalisation. Ils sont basés sur la séparation des matières fécales d'avec les eaux ménagères et les eaux pluviales.

Dans les grandes communes, l'existence de pareils systèmes n'exclut pas la nécessité d'établir, pour l'évacuation des eaux, un réseau d'égouts absolument semblable à celui que nous avons décrit pour la canalisation de flottaison. Comme en outre les eaux ménagères offrent plus de danger d'infection que les matières fécales elles-mêmes, elles ont besoin d'être assainies au même degré que les eaux d'égout qui reçoivent toutes les sortes d'immondices. Néanmoins, on ne se préoccupe généralement pas de cette épuration, vraisemblablement parce que la quantité absolue de souillures est moins considérable lorsque les matières fécales ne sont pas admises dans les canaux, et ensuite parce qu'avec ce procédé, qui est surtout en usage dans les petites villes, la quantité de matières impures déversées dans les rivières est peu considérable par rapport à la masse d'eau de ces dernières.

Nécessité d'assurer quand même l'évacuation des eaux ménagères.

Les systèmes d'évacuation par transport trouvent leur justification tout d'abord dans leur ancienneté, en second lieu dans l'intérêt qu'il y a à utiliser les immondices en agriculture, en troisième lieu dans le peu de frais qu'ils occasionnent.

Désinfection.

Comme dans ces systèmes les matières fécales ne sont plus évacuées au fur et à mesure de leur production, ainsi que cela a lieu avec la canalisation de flottaison, il devient indispensable de les soumettre à la désinfection toutes les fois qu'on les suppose contenir des germes pathogènes. Les moyens à employer dans ce but sont décrits au chapitre de la « désinfection ».

Désodorants.

Pour s'opposer au dégagement des mauvaises odeurs et aux inconvénients qui peuvent en résulter, on fait usage de substances désodorantes, et surtout on établit une ventilation bien entendue. Les désodorants agissent soit en entravant les processus de décomposition en vertu de leur pouvoir bactéricide, soit en se combinant avec les gaz fétides au fur et à mesure de leur production. Parmi les désodorants il faut citer d'une part le sulfate de fer, le sulfate de cuivre, le permanganate de potasse, le chlorure de zinc, la chaux, et d'autre part des substances qui comme la terre, les cendres, la tourbe, produisent l'assèchement des matières.

Ventilation. Pour s'opposer à l'entrée des gaz fétides dans les habitations, il est indispensable de ventiler convenablement les réservoirs à excréments (fosses fixes ou mobiles) et les cabinets qui y correspondent. Une première condition d'une bonne ventilation c'est que ces réservoirs soient fermés aussi hermétiquement que possible jusqu'au point d'abouchement du tuyau de chute et éventuellement du tuyau de ventilation. Veut-on ensuite faire servir le tuyau de chute à la ventilation, on le prolonge, comme on ferait d'une cheminée, jusqu'au-dessus du toit et on le munit d'un aspirateur. Mais souvent cette cheminée ne tire pas, et c'est le cas par exemple quand le soleil donne sur son extrémité supérieure, ou lorsque la température est assez élevée dans les closets pour que l'atmosphère de ces derniers agisse par appel sur l'air de la fosse, ou enfin lorsque la lunette de la latrine reste ouverte : en pareils cas les gaz fétides pénètrent dans les habitations.

On a conseillé d'adosser le tuyau de chute, servant à la ventilation, contre une cheminée échauffée; mais c'est là une mauvaise pratique. Si l'on veut que dans ce tuyau s'opère une aspiration par différence de température, le mieux est de placer dans son extrémité supérieure une source de chaleur telle qu'une flamme de gaz ou de pétrole. Dès lors si le tirage est assez fort et que la lunette reste fermée, les gaz de la fosse et du tuyau de chute seront aspirés complètement au dehors.

Mieux vaut pourtant ne pas faire servir le tuyau de chute à la ventilation. On établit plutôt un large tuyau d'évent séparé, qu'on fait partir, soit de l'extrémité inférieure du tuyau de chute, soit directement du réservoir à excréments; on l'adosse cette fois à une cheminée qui doit toujours être chaude, et avec laquelle on le conduit jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du toit (*Fig. 88*); s'il y a lieu on le munit d'un aspirateur. Le tuyau de chute sera maintenant coupé à sa partie supérieure; la cuvette sera adaptée au siège en planches aussi hermétiquement que possible, et la lunette sera pourvue d'un bon couvercle. Grâce à cette disposition, il se produira sans cesse un tirage du closet et du réservoir dans le tuyau de chute, et de celui-ci dans le tuyau d'évent. La fermeture bien hermétique de la cuvette garantira un fort tirage, d'abord à cause de la pression négative dans le tuyau de chute, et en outre parce que

la température restera élevée dans le tuyau d'évent, celui-ci ne se refroidissant guère par renouvellement d'air et transport de calorique. Lorsqu'il n'est pas possible d'adosser le tuyau d'évent contre une cheminée, on le fait monter séparément du tuyau de chute jusqu'au-dessus du toit (*Fig. 89*) et on le munit d'un aspirateur et d'une source de chaleur. Les deux *Fig. 88* et *89* permettent de se rendre compte facilement de ces différentes dispositions. La *Fig. 89* montre un tuyau de chute engagé dans une tonne mobile, et relié par un tuyau de plomb, à courbe insensible, au conduit de ventilation.

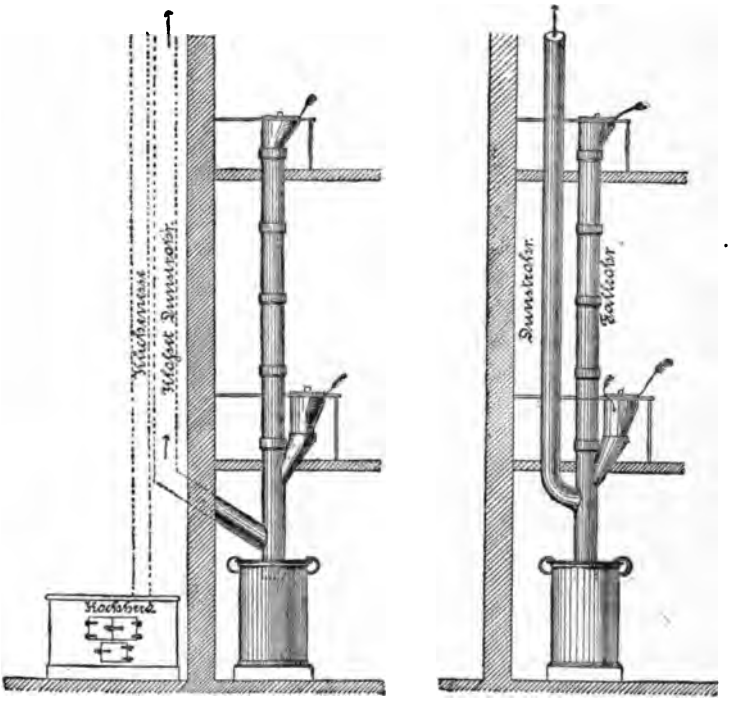


Fig. 88. Fig. 89.

Kuchenesse : cheminée de cuisine ; *Klosset Dunstrohr :* tuyau d'évent du closet ; *Kochherd :* foyer ; *Dunstrohr :* tuyaux d'évent ; *Fallrohr :* tuyau de chute.

L'aération du closet se fera par une fenêtre s'ouvrant directement au dehors. Un bon éclairage y est également de rigueur en vue de la propreté.

Les tuyaux de chute doivent être parfaitement étanches, et à surface lisse. On devra veiller avec un soin particulier à ce que, pendant l'hiver, ils ne puissent être pris par la gelée. En Congélation des tuyaux.

leur donnant une largeur suffisante, en les plaçant autant que possible à l'abri du froid, et au besoin en chauffant le closet on se mettra à l'abri de cette désagréable éventualité. Les réservoirs à excréments devront également être protégés contre la gelée.

La vidange. L'enlèvement des matières fécales demande à être exécuté avec une régularité parfaite. Lorsque la vidange n'est pas soumise à une surveillance sévère, on n'a que trop souvent à constater le débordement des fosses d'aisance et la souillure du sol, des habitations et des rues. Dans les petites villes où l'enlèvement des matières fécales est souvent laissé à la charge des particuliers, les excréments sont transportés sur les champs et dans les jardins, en l'absence de tout contrôle, et souvent les voisins ont à souffrir des mauvaises odeurs qui s'en dégagent. Dans les grandes villes, où la question d'agriculture est laissée à l'arrière-plan, l'enlèvement des matières fécales constitue fréquemment pour les particuliers une source de difficultés et d'embarras. Les cultivateurs ne peuvent, en effet, les utiliser qu'en automne et au printemps; pendant les autres saisons, ils négligent de les venir enlever. Aussi est-ce un devoir, pour les administrations des grandes villes, de faire assurer elles-mêmes le service des vidanges, de manière que l'enlèvement des matières se fasse d'une façon régulière et puisse être soumis à un contrôle efficace. L'endroit où l'on devra transporter le produit des vidanges sera choisi de façon à n'occasionner ni danger ni incommodité d'aucune sorte. On pourra, en outre, transformer les excréments frais en compost et les livrer comme tels, aux propriétaires des terrains. Les frais que nécessitent les vidanges sont toujours assez considérables, et dans beaucoup de cas on ne sait que faire des immondices recueillies.

On a pu, et non sans raison, reprocher au système d'évacuation par canalisation, de faire perdre à l'agriculture une grande quantité de substances utilisables; il est à remarquer d'autre part que quand les matières fécales sont mises à la disposition des cultivateurs, ceux-ci ne les utilisent guère que quand ils peuvent se les procurer facilement et à peu de frais, car la masse des excréments est par trop considérable pour la somme d'engrais réellement utile qu'elle renferme. C'est là le motif

pour lequel on a proposé différentes méthodes destinées à réduire considérablement le volume de ces matières ; toutes ces méthodes visent à soustraire l'eau aux matières fécales et à leur donner une forme qui rende leur transport facile (poudrette, pierres d'excréments, etc.). Jusqu'à ce jour, aucune entreprise de ce genre n'a été couronnée de succès.

b) Système des fosses fixes.

Ce système consiste, comme son nom l'indique, à recueillir les excréments dans des fosses spécialement disposées pour cet usage.

Construction des fosses.

Les fosses d'aisance doivent toujours se trouver en dehors des habitations, et être distantes d'au moins 10 mètres du puits le plus rapproché; elles doivent être bien séparées par une couche imperméable des fondations de la maison et être elles-mêmes parfaitement étanches. Pour empêcher tout dégagement de gaz, la paroi supérieure en sera voûtée, ou consistera en un solide couvercle en bois ou en fer, qu'on recouvrira d'une couche de terre d'environ 25 centimètres d'épaisseur. Pour obtenir l'étanchéité des autres parois, on les fera en briques bleues, bien cimentées, et on les entourera d'une couche d'argile plastique de 30 centim. d'épaisseur, ou bien les parois en seront doubles, circonscrivant entre elles un espace libre qu'on remplira également d'argile plastique.

Vidange des fosses.

La vidange des fosses doit être faite à l'aide d'appareils qui allient la plus grande propreté à l'absence aussi complète que possible d'odeurs. Ces appareils consistent généralement en une chaudière à vapeur et en un tonneau en fer d'une contenance de plusieurs mètres cubes, sur lequel se visse hermétiquement un tuyau mesurant 10 centimètres de diamètre. Lorsque la vapeur produite dans la chaudière a chassé l'air du tonneau, on ferme le robinet d'arrivée de la vapeur et on ouvre le tuyau qui plonge dans la fosse; le vide étant produit dans le tonneau par suite de la condensation de la vapeur, les matières montent aussitôt dans le tuyau sous l'action de la pression de l'air atmosphérique.

Fosses dans les anciennes villes.

S'il est vrai que les fosses d'aisance devraient toujours être construites d'après les règles énoncées plus haut, il faut

bien dire pourtant qu'en réalité elles ne le sont que très rarement. Dans les anciennes villes surtout, on trouve les fosses tout contre les habitations; souvent même le mur de fondation est unique pour la fosse et la maison elle-même. De plus, c'est à peine si on parvient à y rencontrer une seule fosse qui soit véritablement étanche; encore moins en trouve-t-on dont la fermeture soit tout à fait hermétique. Lors des vidanges, qui se font souvent mal et avec de grandes difficultés (il arrive même que le contenu des fosses doit être enlevé dans des hottes qu'on transporte à dos d'homme), on a à souffrir des odeurs épouvantables qui se dégagent et de la saleté qui se répand partout.

Les inconvénients inhérents aux vidanges ont été cause que quelques-uns ont préféré construire des fosses très grandes, à parois poreuses, dans le but de laisser filtrer dans le sol la partie liquide des excréments, et sans avoir égard à la souillure du sol et de l'eau qui devait en résulter. D'autre part, avec les fosses trop petites, ou en cas de vidanges irrégulièrement faites, le contenu finit tôt ou tard par déborder : les infections, les odeurs fétides, la souillure du sol et de l'habitation, l'accoutumance à la malpropreté, tels sont les résultats inévitables d'un pareil état de choses. Pour obvier à ces inconvénients qui existent, quoiqu'à un degré différent, dans la plupart des villes non pourvues de canalisation, on a eu maintes fois recours au système des fosses mobiles ou autrement dit des tonnes.

c) Système des tonnes ou fosses mobiles.

Dans ce système, le tuyau de chute s'abouche dans une tonne en fer ou en bois (*Fig. 90* et *91*), et pour les grandes installations, dans une tonne montée sur chariot.

Construction des tonnes. Les tonnes ont une contenance de 100 à 300 litres; elles sont munies d'un couvercle fermant hermétiquement et percé à son centre pour le passage du tuyau de chute. On a abandonné, comme étant peu pratique, le coupe-air ou siphon qu'on y intercalait autrefois.

Les tonnes présentent immédiatement, en dessous de leur bord supérieur, un orifice de trop plein, par où s'écoule, dans

un seau placé à leur pied, l'excès de liquide qu'elles pourraient contenir. Le local où est placé la tonne doit être parfaitement clos, et le sol ainsi que la partie inférieure des parois doivent être cimentés.

Fig. 90. Fig. 91.

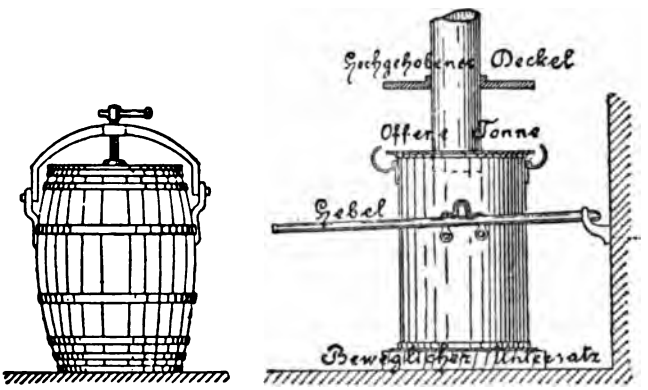


Fig. 90. Tonne en bois (à pétrole) avec couvercle se fermant à l'aide d'une vis.

Fig. 91. Tonne en fer avec couvercle mobile. Le tuyau descend jusque dans l'intérieur de la tonne pour éviter toute souillure. Pour pouvoir enlever facilement la tonne, il faut d'abord la soulever à l'aide du levier représenté dans la figure, puis repousser de côté le support mobile.

Hochgehobener Deckel : Couvercle remonté ; *Offene Tonne :* Tonne ouverte ; *Hebel :* levier ; *Beweglicher Untersatz :* support mobile.

Le temps que chaque tonne peut être laissée en place varie, selon les circonstances, entre 1 et 14 jours. Si, comme nous l'avons vu, il est déjà important, avec le système des fosses fixes, d'obtenir la régularité du service des vidanges, la chose devient bien plus nécessaire encore lorsqu'il s'agit du système des tonnes. Pour peu qu'il n'en soit pas ainsi, en effet, ou que le personnel soit insuffisamment dressé au transport, on peut avoir à souffrir de tous les inconvénients résultant du débordement des tonnes ou de l'épanchement maladroit de leur contenu. Transport des tonnes.

Par contre, lorsque le service du transport est bien organisé, et qu'en outre il est pourvu à la facile évacuation des eaux ménagères, de façon qu'on ne soit pas tenté de les déverser dans les tonnes, le système des tonnes présente l'avantage d'une très grande propreté, et on peut même dire qu'il n'est inférieur sous ce rapport qu'au système de canalisation de flottaison. Sans nul doute, à ne considérer que le point de vue Avantages du système des tonnes.

purement hygiénique, les fosses fixes convenablement installées peuvent rendre tout autant de services que les fosses mobiles; toutefois elles satisfont moins que les dernières aux exigences de l'esthétique dont l'hygiéniste a également pour devoir de se préoccuper. Au surplus, une fosse convenablement construite est une véritable rareté, sans compter qu'il est toujours difficile d'en vérifier l'étanchéité. On peut ajouter à cela que, dans les anciennes villes, il est souvent impossible d'installer de bonnes fosses, alors que le système des tonnes est partout et toujours facile à adopter.

C'est précisément pour l'assainissement des anciens quartiers des villes que le système en question présente une très grande valeur. Les frais plus considérables auxquels il donne lieu pour le transport, sont certainement compensés largement par la plus grande propreté qu'il procure.

Le système des tinettes (Fasssystem). C'est là une variété du procédé précédent, qui peut aussi, à l'occasion, rendre de grands services. Le siège du closet, auquel est fixé l'entonnoir, est rendu mobile, et sous lui se place un petit tonneau de 30 à 50 litres de capacité. Ce récipient, dont le couvercle peut être fermé hermétiquement à l'aide d'une vis, est changé une ou plusieurs fois par semaine selon les besoins. L'odeur n'est guère à craindre lorsque la ventilation du cabinet est bien faite, et qu'on prend la précaution de garnir l'intérieur des tinettes d'un lit de tourbe. Ce genre d'installation correspond en principe au closet de *Moule* (closet à la terre) qui est surtout fort usité en Angleterre : grâce à un mécanisme spécial, l'abaissement du couvercle de ces closets détermine le déversement dans la cuvette d'environ un demi kilog. de terre ou de cendre qui recouvre chaque déjection et lui enlève toute odeur.

En temps d'épidémie, il est nécessaire qu'après chaque déjection, une certaine quantité d'un désinfectant quelconque soit immédiatement déversée dans la fosse, dans la tonne ou dans la tinette.

d) Systèmes mixtes ou combinés.

Dans le but de réduire le volume des matières à vidanger, et aussi se basant sur l'idée erronée que les germes infectieux

existeraient dans les matières fécales seules et non dans les eaux ménagères, certains hygiénistes ont proposé de séparer les excréments solides d'avec les liquides et d'évacuer ceux-ci immédiatement à l'égout. C'est pour arriver à ce résultat qu'ont été imaginés les différents systèmes diviseurs qui établissent la séparation entre les urines et les fèces, tantôt à l'aide d'une cloison verticale placée de champ dans la cuvette et tantôt à l'aide d'un tamis ou diaphragme filtrant installé dans la fosse. Aucune de ces méthodes n'a, du reste, donné des résultats véritablement pratiques.

D'autres ont préconisé le traitement chimique des matières excrémentitielles : les latrines sont alors installées à la façon des waterclosets, et les excréments sont reçus, avec l'eau de lavage des cuvettes, dans une grande fosse où on les « clarifie ». On peut employer, comme substance clarifiante, la masse de *Süvern*, qui se compose de chaux (100), de goudron (8), de chlorure de magnésie (33) et d'eau (860); en Angleterre, on fait beaucoup usage du système ABC, mélange complexe d'alun, de sang et d'argile (Alum, Blood, Clay); *Friedrich* fait arriver dans les entonnoirs des latrines simultanément de l'hydrate d'alumine, de chaux et de fer, ainsi que de l'acide phénique.

La clarification s'accomplit à l'intérieur de la fosse. Toute la partie liquide clarifiée s'écoule au-dehors et les matières solides sont enlevées en temps voulu par les vidanges. Par les procédés sus-mentionnés et d'autres visant au même but, on peut bien arriver à fournir un liquide exempt de germes ou du moins assez pauvre en germes pour pouvoir être déversé sans inconvénients dans les cours d'eau lorsqu'il ne contient pas un trop fort excès de chaux. Malheureusement toutes ces méthodes réclament une surveillance ininterrompue, à défaut de laquelle la désinfection n'est que trop souvent illusoire. C'est là la raison pour laquelle de pareilles installations ne sont possibles que dans les endroits où l'on peut exercer facilement un contrôle efficace : édifices publics, écoles, etc.; partout ailleurs leur usage n'est pas à conseiller.

Le système de *Liernur*. Dans ce procédé, qui est en usage dans plusieurs villes de Hollande, l'évacuation des matières est centralisée et opérée par aspiration souterraine.

Liernur adapte au siège des latrines un entonnoir étroit auquel fait suite un tuyau en fer qui s'enfonce d'abord perpendiculairement, puis s'infléchit fortement en siphon avant de s'aboucher dans un tuyau de rue également en fer. Les différents tuyaux de rues d'un quartier entier de la ville vont aboutir à une caisse en fer, ou réservoir de rue, fermant hermétiquement. De l'usine centrale on peut, au moyen de pompes, faire le vide dans les caisses des différents quartiers. Dès qu'on ouvre ensuite les robinets qui sont placés à l'abouchement des tuyaux de rue dans ces caisses, la pression de l'air y précipite les matières fécales accumulées dans les conduites des rues et des maisons. En fermant alors ces robinets, on peut, de la même manière, aspirer dans un réservoir central plus vaste, les matières reçues dans les différentes caisses ; là, ces matières peuvent ensuite être transformées en poudrette ou autres engrais. Le système de *Liernur* est d'une installation coûteuse, mais il a l'avantage de s'accommoder des conditions de terrains les plus défavorables. Au point de vue hygiénique, il n'y a pas de reproche sérieux à lui adresser; toutefois il faut dire que les entonnoirs des sièges sont d'un nettoyage difficile, l'eau ne pouvant y être admise ; en outre, les tuyaux, qui sont étroits, peuvent se boucher facilement, et enfin l'odeur de matières fécales est aussi marquée dans ce système que dans celui des fosses et des tonnes. La méthode de *Berlier* est basée sur les mêmes principes que la précédente.

Dans le système de *Shone*, les matières fécales sont reçues dans un récipient en fer situé à une assez grande profondeur ; lorsqu'elles y atteignent un certain niveau, elles font mouvoir un flotteur qui, introduisant de l'air comprimé, ferme du même coup la soupape de la conduite de rue et ouvre celle d'évacuation. Lorsque les matières se sont évacuées, les soupapes se referment d'elles-mêmes.

Système séparateur de *Waring*. Il a été appliqué à différentes reprises en Amérique. Il comporte des canaux spéciaux, placés superficiellement, pour les eaux pluviales, et des canaux plus étroits et plus profonds pour les eaux ménagères et les matières fécales. Ce système ne semble pas non plus présenter des avantages particuliers.

Des morts et des inhumations.

I. Des dangers qui peuvent provenir des cadavres avant la sépulture. — Les dépôts mortuaires.

Le cadavre d'une personne ayant succombé à une maladie contagieuse occasionne certains dangers pour l'entourage. Danger d'infection.

Les parents du défunt peuvent être contaminés par des germes qui se sont déposés, soit dans l'appartement précédemment habité par le malade, soit dans la chambre où il a trépassé, soit enfin dans celle où il a été transporté après sa mort; le danger d'infection est surtout à craindre lorsque des aliments ou des rafraîchissements sont pris dans ces endroits. Il est à remarquer toutefois que les germes pathogènes ne peuvent se détacher du cadavre que lorsqu'on manipule celui-ci ou lorsqu'il s'écoule de l'une ou l'autre cavité du corps des liquides infectés. Les chances de contagion sont naturellement d'autant moindres que le cadavre est plus tôt emporté de la maison mortuaire, et que les appartements où il a séjourné sont plus vite désinfectés.

Ce qui précède suffit à faire comprendre l'utilité qu'il y a à établir dans les cimetières des dépôts mortuaires ou obitoires, dans lesquels les cadavres des personnes mortes de maladie contagieuse devraient toujours être transportés immédiatement après le décès, et où les autres cadavres pourraient facultativement être également déposés. Le transport devrait Dépôts mortuaires.

être effectué par une « colonne de désinfection » composée de quatre personnes : deux d'entre elles auraient la charge de porter le cadavre au dépôt, tandis que les deux autres pratiqueraient, suivant les règles, à la maison mortuaire, la désinfection des locaux et des objets contaminés. C'est surtout pour la population pauvre qui, d'habitude, est étroitement logée et par là même plus exposée aux maladies contagieuses, qu'il y aurait profit à mettre les mesures précédentes en application. Les plus petites communes elles-mêmes devraient posséder un dépôt mortuaire : il suffirait d'une grande chambre et d'un local pour les morts. Les localités d'une certaine importance devraient naturellement en établir un plus spacieux. Voir sous ce rapport le plan de l'obitoire installé à Erfurt et représenté par la *Fig. 92.*

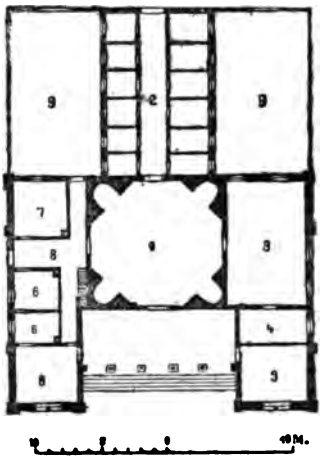


Fig. 92. Dépôt mortuaire à Erfurt.
1. Salle de réunion; 2. corridor avec 12 cellules pour cadavres; 3. chambre des morts; 4. chambre des porteurs; 5. chambre du clergé; 6. appartements des gardiens; 7. salle de désinfection; 8. corridor; 9. jardins.

Partout où les obitoires font défaut, la réunion à la maison mortuaire, du cortège des funérailles, devrait être interdite en cas de décès par maladie contagieuse, et par cela même les repas funéraires seraient empêchés.

II. De la décomposition des cadavres et des dangers qui peuvent en résulter pour la santé.

Décomposition.

La décomposition des cadavres confiés à la terre est due à l'action des bactéries, qui, peut-être déjà sur la fin de l'existence, pénètrent dans le torrent circulatoire, ou qui, très peu de temps après la mort, émigrent de l'intestin dans les différents organes; ces bactéries sont des aérobies obligées ou facultatives, car les tissus du cadavre ne contiennent pas d'oxygène à l'état libre.

Parmi ces microbes, on note le plus habituellement plusieurs espèces de proteus et un organisme très voisin du bacille de l'œdème malin. Il n'est pas rare, au commencement de la décomposition, de les rencontrer à l'état de culture pure ou mêlée tout au plus à deux ou trois autres espèces. Ce n'est que plus tard que le nombre de ces dernières augmente.

Dans les débuts, le développement de gaz est très actif, et c'est surtout alors l'hydrogène qui prédomine (plus de 90 %); mais après quelques jours, la production de l'acide carbonique l'emporte de beaucoup sur celle du gaz précédent. Lorsque les téguments ont éclaté ou se sont relâchés, les bactéries aérobies commencent à participer au travail de décomposition. Les moisissures n'ont que peu d'influence sur cette dernière; par contre, les insectes l'activent souvent dans une large mesure.

La rapidité des processus de putréfaction et de décomposition dépend : 1) de l'élévation de la température; la destruction est d'autant plus rapide que la chaleur est plus forte; 2) du degré d'aération; l'apport d'oxygène rend possible l'existence des bactéries aérobies, et l'enlèvement de l'acide carbonique qui se forme en abondance supprime l'un des principaux obstacles au développement des bactéries; 3) du degré d'humidité; une humidité faible ou moyenne exerce une influence favorable sur la marche des processus en question. Lorsque le cadavre séjourne dans l'eau, le travail de décomposition se ralentit pendant quelque temps, mais reprend bientôt avec une intensité plus grande dès que le corps est soustrait à l'humidité.

Durée du processus de décomposition.

Il faut, en général, 4 à 5 ans pour que les parties molles du cadavre d'un enfant soient entièrement détruites par la décomposition; pour celles d'un adulte, il faut de 7 à 9 ans.

La décomposition est particulièrement rapide dans les terrains calcareux et sablonneux.

Lorsque les cadavres restent exposés à une grande sécheresse ou à un froid uniforme en même temps qu'à un renouvellement d'air actif, ils subissent la momification. Séjournent-ils dans une eau courante ou dans un sol humide et imperméable à l'air, il s'y développe du « gras de cadavre »; il est vraisemblable que la graisse des tissus et même la musculature (*Lehmann*) subissent alors une transformation

qui donne lieu à la production de margarates et d'oléates de chaux, d'acides gras libres et de composés ammoniacaux (saponification).

Les dangers pour la santé et les incommodités qui pourraient résulter de l'inhumation des cadavres, sont à considérer :

a) Sol des cimetières. 1) Par rapport au sol. Les dangers provenant du sol seraient réels si on admettait que les germes pathogènes peuvent s'y conserver, s'y multiplier et être transportés jusqu'à l'homme. Or, des recherches ont prouvé que, dans les corps enterrés, la survie des agents infectieux est très courte, atteignant tout au plus quelques mois, et même plus souvent quelques jours seulement. Au surplus, il ne semble pas qu'il y ait la moindre possibilité pour les bactéries d'arriver du fond d'une tombe jusqu'à la surface du sol.

b) Air. 2) Par rapport à l'air. L'air des cimetières ne renferme pas de germes pathogènes, puisque, comme nous venons de le voir, ceux-ci ne sauraient s'échapper du sol. On n'a pas signalé non plus d'accident dû au dégagement de gaz toxiques dans les cimetières, sauf toutefois dans les cas d'amas gazeux dans des caveaux longtemps fermés, ou bien en cas de sépulture en masse. Aucune incommodité n'est davantage à craindre par suite d'exhalaisons fétides, lorsque le service est bien réglé et qu'on prend certaines précautions; la couche de 1,50 m. de terre qui recouvre les cercueils est, en effet, suffisante pour absorber tous les gaz méphitiques. Il n'en est plus de même lorsqu'on renouvelle les fosses avant que la décomposition des cadavres ne soit complètement achevée; en pareil cas, il s'échappe toujours du sol des odeurs fortement incommodantes.

c) Eau. 3) Par rapport à l'eau. On pourrait craindre que les agents infectieux ne pénètrent dans le sol avec les liquides qui transsudent des cercueils, et que de là ils ne soient entraînés par les eaux de pluie jusqu'à la nappe souterraine pour arriver ainsi dans les puits et finalement jusqu'à l'homme.

Mais il est à remarquer qu'il ne transsude que très peu de liquide hors des cercueils; à l'aide de fouilles, on a pu constater que la terre, située immédiatement au-dessous des fosses, ne renferme pas plus de germes morbides que la terre non remuée située à la même profondeur. Du reste, les bactéries

qui pourraient éventuellement s'échapper du cercueil avec les liquides, seraient bientôt retenues par filtration dans le sol lui-même, et arrivassent-elles jusqu'à la nappe souterraine, elles s'y trouveraient dans de si mauvaises conditions qu'elles ne tarderaient pas à succomber. Il ne peut exister qu'un seul cas où pareille infection serait à redouter; il faudrait admettre que la nappe souterraine puisse par moments s'élever jusqu'au-dessus du niveau des tombes, et à la faveur d'un terrain très poreux, atteindre ensuite rapidement des puits voisins mal maçonnés où elle pourrait déposer des bactéries; on comprend qu'un concours de circonstances aussi défavorables ne doit se rencontrer que bien rarement dans la réalité.

Les poisons solubles (ptomaïnes) ne sont produits qu'en très petite quantité, et ne tardent pas, du reste, à se décomposer. L'expérience a montré que les puits creusés au milieu des cimetières renferment habituellement une eau plus pure que les puits des villes. La chose se comprend, si on réfléchit que les cadavres représentent une quantité de matières putrescibles bien moins considérable que celle contenue dans les immondices qui arrivent habituellement au contact du sol.

Sur 1000 hommes, il en meurt en moyenne 24 par an, qui représentent au total 312 kilos. de substance organique. Or, les immondices fournies par 1000 hommes se montent à 28.350 kilos. de matières organiques par année. Les cadavres ne fournissent donc que 1 % de la masse putrescible totale.

III. De l'installation des cimetières et de la crémation.

On n'a guère à redouter de dangers ou d'inconvénients de la part des cimetières, lorsque ceux-ci sont bien situés et convenablement installés. Il n'empêche que le simple point de vue esthétique suffit déjà à les faire éloigner des parties fort habitées des villes. Les puits qui auront été creusés à proximité des cimetières et dans la direction du courant de la nappe souterraine qui en provient, devront être à parois bien étanches jusqu'à leur partie inférieure, afin qu'ils ne puissent recevoir que de l'eau parfaitement filtrée. La superficie des champs de

repos devra être calculée de telle façon qu'en attribuant une surface de 4,5 mètres carrés à chaque tombe, il puisse s'écouler de 8 à 15 ans avant l'époque du renouvellement des fosses. Avant de procéder à ce renouvellement, il y aura lieu de s'assurer chaque fois si la décomposition des corps est suffisamment achevée. On donnera à chaque fosse une profondeur de 1,5 à 2,0 mètres. En aucune circonstance on ne devrait autoriser les sépultures en masse, et, quant aux caveaux, on s'efforcera d'en restreindre l'usage autant que possible. Un terrain à pente rapide, un sol argileux ne conviennent pas pour servir de champ de sépulture; on choisira de préférence un sol plat, sec et perméable à l'air. Le fond des fosses devra toujours se trouver plus haut que le niveau le plus élevé de la nappe souterraine. Si les inondations sont à craindre, on tâchera d'obtenir par le drainage ou d'une autre façon l'abaissement absolu ou relatif du niveau de la nappe souterraine.

La crémation. Pendant ces dix dernières années on a tenté de remettre en usage le procédé de la destruction des cadavres par le feu, et dans la propagande active qu'on a faite à ce sujet, on a particulièrement fait valoir l'avantage qu'aurait la crémation de supprimer tous les inconvénients inhérents au mode habituel d'inhumation des morts. Mais nous venons de voir que ces inconvénients n'existent pas, et que dans tous les cas il est possible de les éviter; on peut donc dire que pour le moment l'hygiène n'a, comme telle, aucun intérêt véritable à voir réadopter le procédé de la crémation.

Nous donnons ici sommairement *(Fig. 93)* la description du four crématoire *Siemens* qui est l'un des plus usités : il se compose d'une chambre ou « générateur » qui est formée de briques s'emboîtant les unes entre les autres de manière à former grillage; ce générateur est au préalable chauffé à blanc, au moyen du gaz de houille mélangé d'air. Les gaz passent ensuite au travers de la chambre crématoire située entre le générateur et la cheminée, et l'échauffent fortement. Lorsqu'on a obtenu une chaleur suffisante, on pousse le cadavre avec le cercueil dans cette chambre crématoire, on suspend l'arrivée du gaz de houille, et on donne seulement passage à l'air qui s'échauffe fortement au contact des briques du générateur. Cet air surchauffé entoure le cadavre, le sèche, et le combure

complètement en l'espace de deux heures. Les cendres sont recueillies et déposées dans des urnes.

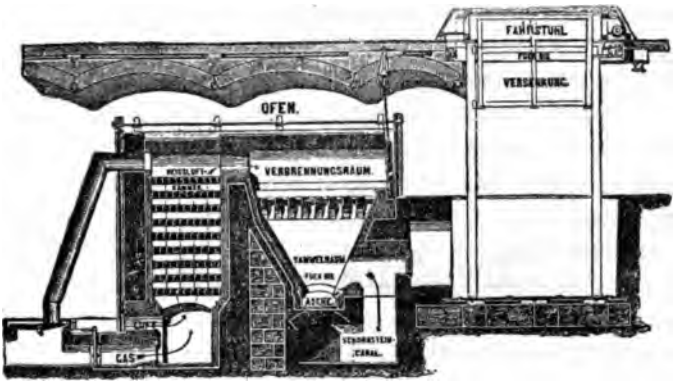


Fig. 93. Four à crémation par l'air chaud, d'après *Fr. Siemens.*

Ofen : four; *Heissluftkammer :* générateur; *Verbrennungsraum :* chambre crématoire; *Sammelraum fur die Asche :* endroit où s'accumulent les cendres; *Schornsteincanal :* cheminée; *Luft :* air; *Gas :* gaz; *Fahrstul für die Versenkung :* civière pour la descente du cadavre.

Il n'existe pas de législation, commune à tout l'empire allemand, relative à la question des morts et des inhumations; par contre, les Etats particuliers et même certaines villes et certains districts possèdent des règlements spéciaux qui ont trait à l'établissement et à l'entretien des champs funèbres; il existe de même des dispositions concernant les exhumations et le transport des cadavres. **Dispositions légales.**

Il serait à souhaiter que la constatation des décès fût adoptée d'une façon générale. Elle a pour but de faire constater la réalité de la mort, d'en faire connaître les causes, de faire découvrir à l'occasion certains crimes, en même temps qu'elle fournit des documents pour établir la statistique de la mortalité générale, ainsi que de la mortalité due aux maladies infectieuses. Jusqu'ici l'introduction générale de cette pratique utile n'a pu se faire pour des raisons financières et aussi à cause de la pénurie de médecins dans certains districts.

Hygiène scolaire.

Il importe que dans l'école la culture intellectuelle de l'élève ne fasse pas négliger son bien-être physique. Il faut non seulement le protéger contre tout ce qui pourrait nuire à sa santé, mais encore aider à son développement corporel.

I. Des maladies infectieuses.

L'école favorise singulièrement la propagation des maladies infectieuses à cause de l'étroite communauté et des rapports intimes qui s'y établissent. Elle dispose de quatre moyens pour prévenir les contagions :

1) L'exclusion de l'élève malade.

2) L'exclusion des frères et sœurs de l'élève malade.

La question de savoir si les frères et sœurs peuvent transporter les germes des maladies, doit être résolue affirmativement, quoique la statistique ne fournisse aucune donnée à ce sujet. En effet :

a) Les frères et sœurs pouvent se trouver déjà dans la période d'incubation et comme tels être en état d'infecter leurs condisciples,

b) La plupart des bactéries pathogènes supportent le séjour hors du corps; elles peuvent donc être emportées et communiquées à des tiers.

Il va sans dire que dans la question d'exclusion, le genre

de maladie et l'âge du sujet doivent servir de base pour la ligne de conduite à tenir.

3) La fermeture des classes. Ici encore, il faut avoir égard à la nature de l'affection et à l'âge du sujet. La fermeture de l'école est une arme à deux tranchants. Les enfants auxquels l'accès de la classe est interdit se rencontrent facilement en d'autres endroits, dans la rue, sur les places de jeux, etc. Si l'on ne peut empêcher de pareils rassemblements, il sera souvent plus rationnel de ne pas interrompre les cours. D'un autre côté cependant l'isolement est le meilleur moyen de préserver un enfant de la contagion. Dans tous les cas, lorsqu'en temps d'épidémie, la fermeture de l'école n'a pas été décrétée, et que l'enseignement est obligatoire, l'hygiène et la justice exigent que les autorités donnent avis aux parents de l'existence de la maladie régnante et leur accordent l'autorisation de garder leurs enfants chez eux. Tous les Etats de l'empire allemand ont formulé des instructions concernant la fermeture des écoles; pour le règlement prussien, nous renvoyons au chapitre qui traite de la scarlatine.

4) La désinfection. Celle-ci s'effectue d'après les principes connus.

II. Des maladies scolaires.

D'autres préjudices pour la santé des enfants peuvent résulter de la fréquentation de l'école et de l'étude. Il peut, en effet, se développer sous l'influence de celle-ci différentes affections qu'on a désignées sous le nom de « maladies scolaires » et qui, étiologiquement parlant, peuvent être placées sur la même ligne que les maladies professionnelles. Ce sont :

1) Des troubles de la nutrition. Ils se manifestent surtout au début de la fréquentation scolaire et reconnaissent pour cause l'inaccoutumance à la station assise prolongée dans des locaux trop remplis, ainsi que la tension d'esprit trop forte en raison du manque d'habitude. L'éloignement momentané de la classe, l'ajournement de la fréquentation scolaire, sont des remèdes souverains pour combattre les troubles en question.

2) La céphalalgie et les saignements de nez se

remarquent plus fréquemment chez les écoliers que chez les personnes adultes. On peut les attribuer à la respiration de l'air altéré et échauffé des locaux, au travail intellectuel et à la stase veineuse produite dans le cerveau sous l'influence de la constriction du cou par des vêtements trop serrés, à la position penchée en avant, nécessitée par la lecture et l'écriture sur des bancs incommodes.

3) Des déviations de la colonne vertébrale. Le « dos rond » ou la courbure en arrière de la colonne vertébrale est surtout produite par une faiblesse congénitale ou acquise; les enfants faibles n'ont pas la force de conserver longtemps une attitude droite et raide. Une nourriture à la fois bonne, substantielle et abondante, des exercices corporels prudemment dirigés, des pupitres faciles : tels sont les moyens à employer pour prévenir cette déviation.

La déviation latérale de la colonne vertébrale est plus fréquente que la précédente. Le plus habituellement la colonne vertébrale présente une convexité à droite depuis la 6e jusqu'à la 8e vertèbre dorsale, tandis qu'une inflexion compensatrice se produit à gauche dans la région des vertèbres lombaires; comme suite de ces incurvations, on constate que la moitié droite du thorax est forte et remplie, tandis que la gauche est aplatie; en outre, l'épaule droite se relève légèrement, l'omoplate droite se détache des côtes, son angle inférieur étant dirigé en arrière et en dehors, et l'omoplate gauche reste appliquée contre le thorax. *Eulenberg* a trouvé que sur 1000 scolioses, 887 sont contractées de 6 à 14 ans, c'est-à-dire à l'âge de la scolarité obligatoire.

Attitude vicieuse pour écrire.

La déformation précitée ressemble à s'y méprendre à l'attitude vicieuse que prend l'enfant pour écrire : l'enfant se tient assis avec la partie moyenne de la cuisse arrivant sur le bord du banc, la main gauche repose sur l'arête du pupitre, l'épaule gauche est abaissée et la droite relevée, le coude droit très écarté s'avance loin sur la table, la tête est penchée obliquement vers la droite, l'articulation de l'épaule droite forme le point fixe auquel la partie supérieure du corps est suspendue; dès lors, par suite de l'action musculaire, la colonne dorsale est attirée vers l'épaule en formant une courbure à convexité tournée à droite. A cause de cette similitude, on a cru pouvoir

déclarer que la « scoliose scolaire » est une « scoliose d'écriture » (Schreibskoliose); mais cette manière de voir n'expliquerait pas pourquoi les trois quarts des scolioses se rencontrent chez les filles et le quart seulement chez les garçons.

L'attitude vicieuse ne suffit donc pas à elle seule pour produire les déviations qui nous occupent; celles-ci doivent reconnaître encore d'autres causes qui, vraisemblablement, sont à rechercher dans les irrégularités qu'on observe chez un certain nombre d'enfants dans la croissance et dans l'ossification des vertèbres. On admet que quand l'ossification est en retard, comme c'est le cas chez les jeunes filles délicates, la pression subie par le côté gauche à la suite d'une attitude vicieuse, détermine une atrophie de la substance osseuse ou une entrave dans l'ossification. On peut donc considérer la scoliose comme étant le résultat de l'action combinée d'une ossification défectueuse et d'une attitude vicieuse. Causes de la scoliose.

Pour prévenir le développement des déviations de la colonne vertébrale, on aura recours à des bancs-pupitres bien construits, on fera prendre aux élèves une position rationnelle en écrivant, et on leur fera exécuter des exercices gymnastiques appropriés.

4) La myopie. *Herrm. Cohn* a établi le premier d'une façon péremptoire que plus la classe est avancée, et plus on trouve d'élèves ayant de mauvais yeux; ce résultat est surtout dû au développement de la myopie. Normalement, chez l'enfant, l'œil est hypermétrope ou emmétrope. A l'école, l'hypermétropie disparaît progressivement pour faire place à l'emmétropie et à la myopie.

Cohn (Breslau) trouva :

Dans les écoles rurales		1,4 %	de myopes
»	» primaires des villes	6,7 %	»
»	» supérieures des filles	7,7 %	»
»	» moyennes	10,3 %	»
»	» réales	19,7 %	»
»	» gymnases	26,2 %	»

Le tableau suivant, établi par *Erismann* de Moscou, donne le pour cent des différents états de réfraction en rapport avec la hiérarchie des classes, depuis la 8e jusqu'à la 1re.

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie	13,6	15,8	22,4	30,7	38,4	41,3	42,0	42,8
Hypermétropie	67,8	55,6	50,5	41,3	34,7	34,5	32,4	36,2
Emmétropie	18,6	28,0	26,4	27,3	26,4	24,2	25,0	21,0

De son côté, *Conrad* de Königsberg a trouvé les chiffres suivants :

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie	4,3	5,5	8,7	14,4	18,6	84,0	37,4	51,7
Hypermétropie	70,0	64,7	60,9	54,3	45,9	33,8	35,3	22,9
Emmétropie	25,0	29,8	30,2	30,6	35,3	32,0	27,3	24,6

Causes de la myopie.

Les observations de *Cohn* ont été confirmées de tous côtés. Le mécanisme de la production de la myopie scolaire doit sans aucun doute consister dans les pressions multiples que l'organe visuel est forcé de subir, soit que ces pressions s'exercent en vue de l'accommodation pour les courtes distances ou à propos des changements rapides de l'accommodation, soit qu'elles résultent de l'action des muscles externes de l'œil qui se contractent un nombre incalculable de fois pendant les mouvements que cet organe exécute pour la lecture et pour l'écriture, soit enfin qu'elles aient pour cause la stase veineuse due à l'attitude vicieuse adoptée par les enfants pour lire et pour écrire. Sous l'influence de ces pressions constantes, le globe oculaire finit par céder à l'endroit où sa paroi est la plus mince, c'est-à-dire en arrière, et ainsi se produit l'allongement du grand axe de l'œil et comme suite la myopie. Dans le but d'entraver autant que possible la production de ce vice de réfraction, on veillera à assurer un éclairage suffisant des classes, et à faire prendre aux élèves une attitude convenable pour la lecture et l'écriture, en même temps qu'on leur procurera un bon matériel scolaire et des livres à caractères bien distincts. Il est clair qu'on n'arrivera pas par ces moyens à supprimer complètement le mal en question, puisque le travail scolaire ne peut s'effectuer sans occasionner des pressions sur l'organe visuel.

5) Que des désordres psychiques de nature grave puissent être mis à charge de l'école, la chose nous paraît assez douteuse; par contre il n'est pas rare que sous son influence se développe un certain degré de nervosité. Celle-ci est surtout

causée par des programmes trop chargés, ou par le surmenage d'élèves mal doués mais actifs, ou d'élèves qui sont d'une nature irritable. On préviendra l'apparition de cette nervosité en n'exigeant pas trop des élèves et en leur accordant un repos proportionné à leur travail.

Faisons remarquer ici que l'on ne doit mettre à charge de l'école qu'une partie seulement des affections connues sous le nom de maladies scolaires. Plus d'une d'entre elles est, en effet, également liée au développement même de l'enfant, et l'école n'a dans sa production qu'une influence secondaire.

Ecole et maison.

En outre, on ne doit pas perdre de vue les conditions défavorables dans lesquelles l'enfant peut se trouver placé en dehors de l'école. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de la nourriture, les défectuosités de l'habitation des parents, une mauvaise position assise et un éclairage mauvais pour les devoirs à domicile, exercent la plupart du temps une influence plus pernicieuse que l'école elle-même.

Etant admis ce principe que l'école doit éloigner de l'enfant tout ce qui pourrait nuire à son bien-être en même temps qu'elle doit aider à son développement, étant donnée, en outre, l'obligation de la fréquentation scolaire, on conçoit que l'on peut exiger de l'école et de son enseignement les garanties hygiéniques les plus sérieuses.

Tout ce qui a été dit dans les chapitres précédents, sur la construction, le chauffage, la ventilation, l'éclairage, etc., trouve son application à propos de l'école; nous n'avons donc à insister ici que sur quelques points particuliers.

III. Construction et aménagement intérieur des écoles.

A. Les bâtiments scolaires.

Emplacement de l'école.

Afin que le chemin à parcourir pour arriver à l'école ne soit pas trop long, celle-ci sera autant que possible située au centre de la région habitée par les élèves. On choisira une situation découverte, non influencée par des habitations voisines; l'espace devra suffire non seulement aux bâtisses

scolaires, mais encore à l'installation d'une place réservée aux jeux, qui devra être aussi étendue que possible (3 m. carrés par élève) et qui devra être établie sur terrain sec. Sur cette place devront se trouver des préaux couverts et un gymnase pour abriter les élèves en cas de mauvais temps.

Bâtiments scolaires.

Le bâtiment d'école comprendra, au maximum, trois étages; l'étage le plus élevé sera destiné aux élèves les plus âgés, la montée des escaliers étant pour eux moins difficile. Les escaliers n'auront pas moins de 1,5 m. de large, et les corridors pas moins de 2 m. Les uns et les autres devront pouvoir être largement aérés tout en étant mis à l'abri des courants d'air par des portes et des paravents.

Salles de classe.

Les salles de classe seront autant que possible disposées sur un côté du corridor avec leurs portes d'entrée correspondant aux différentes fenêtres de celui-ci. Chaque salle de classe aura des dimensions telles que le maître et les élèves puissent la dominer du regard et de la voix. La plus grande longueur ne devra donc pas dépasser 9 à 10 mètres, et la plus grande largeur ne dépassera pas 7 mètres; si la salle était plus large, l'éclairage deviendrait insuffisant dans le fond de la salle; on s'en tiendra pour la hauteur à 4 m.

Chaque élève disposera d'une surface de 1 à 1,5 m² et d'un cube d'air de 4 à 7 m³; le parquet sera fait de bois dur avec des joints aussi serrés que possible. Les murs extérieurs auront un revêtement en bois jusqu'à hauteur d'homme; les murs intérieurs ou de refend seront peints à l'huile jusqu'à la même hauteur; le reste sera badigeonné avec un lait de chaux un peu coloré, le plafond avec le lait de chaux ordinaire.

Eclairage.

Les fenêtres commenceront à 1 m. du parquet et atteindront jusqu'au plafond; on admettra comme règle l'éclairage unilatéral gauche. Dans certains cas il y aura lieu de songer à appliquer ce qu'a proposé *Fr. v. Gruber* : pour les écoles qui sont situées dans des rues étroites, cet auteur conseille de faire servir le rez-de-chaussée à des magasins, des boutiques, etc., et de n'utiliser pour les classes que les étages supérieurs; pour n'avoir pas d'escaliers à faire monter par les élèves, il recommande, quand la chose est possible, de donner accès aux étages par une rampe en pente douce qu'on établirait dans la cour.

Pour l'éclairage artificiel, on donnera la préférence, quand c'est possible, à la lumière électrique. — Dans tous les cas, il vaudra mieux éclairer la classe avec plusieurs petites lampes à la fois, que de n'employer qu'une grosse lampe à forte intensité, qui aurait l'inconvénient de donner lieu à des ombres trop marquées. Les lampes seront munies de réflecteurs appropriés. Les produits de l'éclairage doivent être évacués de façon que la chaleur développée serve à la ventilation de la place (voir p. 245). La clarté à obtenir dans chaque classe ne devra pas aller en dessous de 10 bougies-mètres (Voir pour plus de détails au chapitre de l'éclairage). On réservera les heures du milieu du jour pour l'enseignement des matières qui réclament une grande netteté de vision.

Un enfant de 10 ans expire environ 10 litres d'acide carbonique par heure, et un adulte en expire environ 20 litres. Si l'on désire que l'air de la classe ne renferme pas plus de 1 % de CO^2, il est donc nécessaire de fournir par heure, à chaque élève, une quantité d'air variant de 17 à 33 m^3 suivant l'âge des sujets. Nous renvoyons à ce que nous avons dit p. 223 et suivantes sur l'établissement et le fonctionnement de la ventilation. Ventilation.

Les élèves devront déposer leurs vêtements de dessus dans des locaux spéciaux ou dans des corridors, de façon que les exhalaisons et les poussières qui s'en échappent, ne puissent contribuer à corrompre l'air des classes. On profitera des récréations entre les heures de leçons pour ventiler énergiquement les classes en ouvrant portes et fenêtres; si on ne peut laisser sortir les élèves sur la cour par suite du mauvais temps, on leur donnera accès dans le préau couvert et dans le gymnase.

Pour les petites écoles, le mode de chauffage le meilleur est le chauffage local au moyen des poêles à combustion continue et à double enveloppe (Regurlirfüllöfen) (voir p. 206); ces poêles ont l'avantage de laisser pénétrer par un canal spécial l'air frais de l'extérieur, en même temps qu'ils donnent lieu à une circulation de ventilation; le remplissage et le réglage doivent en être faits par l'extérieur, c'est-à-dire par le corridor. Dans les grandes écoles on recourt plus souvent au mode de chauffage central : pour les bibliothèques et les autres locaux Chauffage.

qui ne sont utilisés que quelques heures par jour, le chauffage par la vapeur à haute pression ou par l'eau surchauffée rend surtout de bons services, tandis que pour les salles de cours on utilise de préférence le chauffage par l'eau chaude à basse pression, ou par la vapeur et l'eau combinées (chauffage mixte), ou par la vapeur à faible pression. Très avantageux est également le système du chauffage à l'air chaud; seulement il ne remplit bien ses indications qu'à condition d'être parfaitement installé et d'être l'objet d'une surveillance attentive. On devra notamment prendre toujours ses dispositions pour que la pression du vent puisse être employée à pousser l'air chaud dans les canaux des salles de classe dirigées du côté du vent (voir p. 219).

Plus la circulation de l'air est parfaite dans une école et plus régulière est la température de celle-ci; la chaleur ne devra pas dépasser 20° centigrades.

B. Le mobilier scolaire.

Qualités requises pour les bancs d'école.

1) Les tables-bancs d'école. Trouver de bons bancs d'école n'est pas chose si facile qu'on pourrait le croire. Avant tout il faut que l'enfant soit assis commodément; le banc doit s'adapter à l'enfant comme le vêtement et la chaussure.

Hauteur.

La hauteur du siège doit être égale à la longueur de la jambe ($^2/_7$ de la taille), de façon que le pied repose complètement sur le parquet.

Largeur.

Sa largeur doit correspondre à la longueur de la cuisse et des fesses réunies ($^1/_5$ de la taille); sa forme doit s'adapter aux parties du corps qu'il soutient.

Dossier.

Le dossier doit fournir un appui au corps qui se balance sur le coccyx et les deux tubérosités ischiatiques; tantôt il présente, pour le soutenir, une légère excavation à hauteur de la région lombaire (dossier lombaire), tantôt il lui fournit cet appui à hauteur des omoplates (dossier dorsal); le dossier lombo-dorsal réunit les avantages de l'un et de l'autre.

Différence de hauteur.

La distance verticale qui sépare la table (pupitre) du siège, ou autrement dit la « différence de hauteur », doit être un peu moindre que la distance existante entre l'olécrâne et la tubé-

rosité ischiatique (1/7 à 1/6 de la taille), afin que, pour écrire, l'enfant puisse facilement poser le coude et l'avant-bras sur la table au moyen d'une simple rotation du bras dans l'articulation de l'épaule, et tout en gardant au corps la position droite.

La table aura une largeur de 40 à 50 centim. et sera légèrement inclinée dans ses trois quarts inférieurs. **Table.**

Le siège peut arriver par son bord antérieur jusqu'à une ligne verticale tirée du bord de la table ou bien s'avancer sous cette dernière; selon le cas on dit que la « distance horizontale » est nulle ou négative. On a par contre la distance positive lorsque le bord du siège reste en deçà de la ligne verticale précitée. La lecture se fait commodément avec ces différentes sortes d'éloignement horizontal; toutefois, elle est surtout facile avec la distance nulle et avec une petite distance positive. Pour l'écriture, la distance négative est la plus avantageuse, mais elle a l'inconvénient d'empêcher l'élève de se tenir debout; il en est de même, à un degré moindre, de la distance nulle. **Distance horizontale**

C'est surtout pour remédier à cet inconvénient des distances nulle et négative que les différents systèmes de bancs ont été imaginés. Les bancs à distance positive ne sont plus employés, car ils ne permettent pas de garder longtemps une bonne position assise. D'autre part, pour ne pas pourvoir de parties mobiles les bancs à distance nulle ou négative, on en a construit n'ayant que deux places et qui sont très recommandables : l'enfant obligé de se lever pour répondre, n'a qu'à sortir du banc. Dans le banc de *Löffel* il y a pour chaque élève une place pour s'asseoir et une pour se tenir debout; celle-ci s'obtient au moyen d'une échancrure pratiquée dans le siége. Pour les bancs qui ont plus de deux places, et qui ne sont pas munis de cette disposition, on est bien obligé de les pourvoir de parties mobiles. Dans certaines espèces de bancs c'est la table qui est rendue mobile; sa partie antérieure se relève en forme de valve (*Albers, Vogel*, etc.), ou bien elle se « coulisse » sur la partie postérieure (*Kunze*). **Systèmes de bancs.** **a) Table mobile.**

En général, il y a avantage à rendre plutôt le siège mobile : pour les classes inférieures dans lesquelles les exercices de lecture et d'écriture se font en commun, on se **b) Siège mobile.**

trouvera particulièrement bien du banc de *Hippauf*, dont le siége peut, lorsque les élèves sont levés, être ramené en avant pour donner la distance nulle ou négative, ou bien être repoussé en arrière pour donner la distance positive (*Fig. 94*). Dans les classes supérieures on préférera les bancs mobiles à

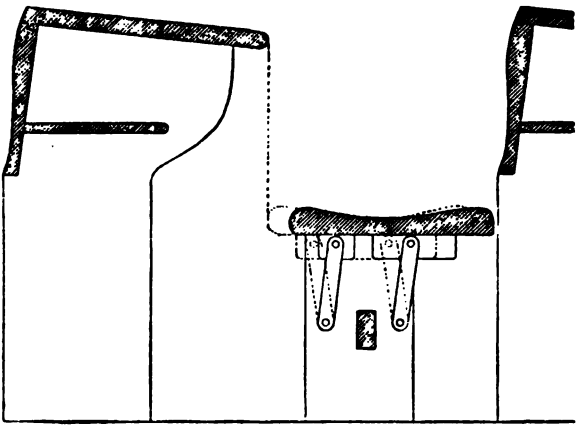


Fig. 94. Banc d'école de *Hippauf* donnant la distance nulle lorsque le siège est ramené en avant, et la distance positive lorsqu'il est repoussé en arrière.

une seule place (*Lickroth*, *Baron*, *Höhner*, etc.) (*Fig. 95*). Pour empêcher le bruit que pourrait produire le déplacement des parties mobiles, on les garnira de bandes ou de coussinets en feutre.

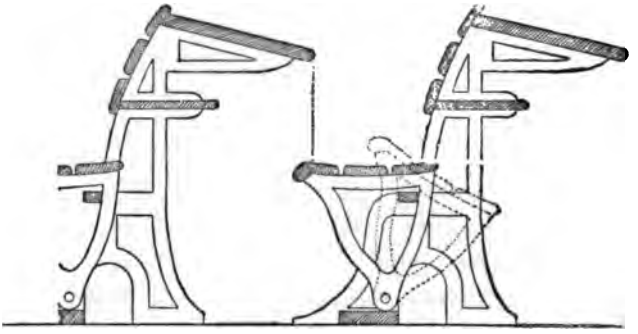


Fig. 95. Banc d'école de *Lickroth* donnant la distance négative lorsque le siège est abaissé.

Marche-pieds

Dans le but de faciliter le nettoyage de l'école, il convient que les bancs ne possèdent pas de marche-pieds; si ceux-ci existent, ils doivent tout au moins être assez élevés pour qu'on puisse nettoyer en dessous d'eux.

Des mensurations ont établi que l'on peut se contenter de trois grandeurs différentes de bancs pour chaque classe de toutes les écoles et que pour un gymnase entier il en faut neuf. Pour chaque augmentation de 10 centim. dans la taille, il faut un banc d'un numéro plus élevé. Les enfants devront naturellement être répartis sur les bancs d'après leur taille.

2) Le matériel d'écriture. Les tableaux de murs seront très noirs et sans brillant; la craie sera aussi blanche que possible. Le papier à écrire doit être blanc ou jaune clair, et l'encre bien foncée; plus il y a de différence entre les teintes et plus les caractères écrits sont faciles à reconnaître. Il faut, pendant qu'on écrit, qu'aucune lumière n'arrive de côté à l'œil, car elle aurait pour effet de diminuer le rapport de clarté existant entre le papier et l'écriture. Les pupitres seront foncés, et la lumière sera concentrée sur le travail de l'élève au moyen d'abat-jour, etc.

Le cahier doit, pendant qu'on écrit, se trouver dans la position médiane, c'est-à-dire devant le milieu du corps. Pour l'écriture courante ou penchée (Currenschrift), il est en même temps tenu obliquement, de façon que le bord inférieur du papier fasse avec le bord inférieur de la table un angle d'environ 30°. Pour l'écriture droite, le cahier est tenu directement dans la position médiane, mais son bord inférieur est alors parallèle au bord de la table. Dans cette position, et moyennant une bonne position de la main, l'écriture droite, sous la forme d'écriture ronde, s'exécute aussi facilement et aussi rapidement que l'écriture penchée. D'un autre côté on a pu constater à l'aide de photographies prises sur des classes entières, que la position du corps est moins bonne avec cette dernière écriture qu'avec la droite; il en résulte, qu'hygiéniquement parlant, celle-ci doit être spécialement recommandée.

3) Les livres seront imprimés sur papier blanc et fort. Les caractères d'impression seront d'un noir intense. La lettre *n*, qui sert de normale, n'aura pas moins de $1^{mm}5$ à $1^{mm}75$ en hauteur, et pas moins de 1 millim. en largeur; le trait fondamental aura au moins 0,25 millim. d'épaisseur; l'interlignage n'aura pas moins de $2^{mm}5$, et l'approche, c'est-à-dire la distance entre deux lettres voisines, ne comportera pas moins de 0,5 millim.

La longueur des lignes sera de 10 à 12 centim. au maximum.

IV. Hygiène de l'enseignement.

Les enfants ne doivent pas être envoyés à l'école avant l'âge de 6 ans, et dans les débuts, on ne peut leur donner qu'un petit nombre d'heures d'enseignement systématique.

Surmenage.

Le surmenage existe lorsque les élèves ont tant à travailler que les heures de repos entre les classes ne suffisent plus à leur rendre complètement la fraîcheur du corps et de l'esprit, ou lorsque les enfants sont occupés à un point tel que le travail et les récréations prennent tout leur temps disponible, sans leur laisser celui de s'abandonner à leurs fantaisies ou de suivre les penchants naturels de leur esprit.

Diminution du travail à domicile.

C'est dans les écoles supérieures que l'on a le plus souvent l'occasion de constater le surmenage intellectuel des élèves. Le médecin n'a pas à voir de quelle façon spéciale il doit être remédié à ce mal; tout ce qu'il peut faire, c'est de déclarer que dans un intérêt hygiénique il est surtout à souhaiter que l'élève soit astreint à moins de travail à domicile.

Il serait bon aussi que l'enseignement usuel de la musique ne fût pas imposé aux élèves qui ne possèdent pas de dispositions pour cette matière.

Enseignement du matin et de l'après-midi.

Dans les classes inférieures, il y a avantage à donner l'enseignement, en partie le matin et en partie l'après-midi. Dans les classes supérieures, les élèves peuvent par contre suivre les cours pendant 5 à 6 heures consécutives, à condition bien entendu qu'on varie les matières d'enseignement et que l'on accorde les pauses nécessaires. Dans ces conditions on peut donc se contenter de l'enseignement du matin. On donnera une demi-heure de récréation après la troisième heure de leçon, ou bien on accordera toutes les deux heures un repos d'un quart d'heure.

Gymnastique et jeux.

Les pensums habituels ne sont nullement nuisibles à la santé. La gymnastique sera obligatoire aussi bien pour les filles que pour les garçons; ne doivent en être dispensés que ceux qui peuvent fournir une attestation de médecin. Pour les enfants faibles on usera sous ce rapport de la modération nécessaire.

Les jeux, et particulièrement le jeu de balle, doivent être favorisés plus qu'ils ne le sont habituellement; ils seront autant que possible continués pendant toute la durée de l'écolage obligatoire. Le chant se recommande comme exercice de gymnastique pulmonaire.

Les bains d'école sous forme de bains-douches sont de la plus grande utilité au point de vue hygiénique.

V. L'entretien de l'école.

Les très grandes écoles sont, comme construction, direction et entretien, plus simples et moins onéreuses que les petites écoles multiples. Toutefois, au point de vue hygiénique, celles-ci sont préférables, car elles fournissent moins de danger d'infection et l'on peut plus facilement y prendre toutes les précautions nécessaires pour assurer le bien-être des enfants.

Les mesures hygiéniques qui ont été prises en vue de la construction de l'école doivent continuer plus tard à être scrupuleusement observées. L'un des professeurs devrait être chargé du contrôle relativement à cet objet. Avant tout il faut veiller à ce qu'il y ait un personnel subalterne suffisant pour assurer le chauffage, la ventilation et le nettoyage de l'école; sous ce rapport il ne doit pas être permis de lésiner. Les classes seront nettoyées chaque jour avec de la sciure de bois mouillée; les bancs seront essuyés avec des draps humides, la poussière étant l'un des plus dangereux ennemis des élèves. Dans les corridors et les salles de classe, on placera des crachoirs contenant de l'eau.

Hygiène industrielle.

I. Des effets nuisibles des professions sur les travailleurs.

On se rend compte de l'influence que les diverses professions exercent sur la santé de l'homme, en consultant les chiffres de mortalité et de morbidité. Nous pouvons espérer que, sous peu, la statistique des sociétés de secours et de prévoyance nous fournira des données, qui formeront un tableau exact des conditions hygiéniques des grandes classes professionnelles. A la rigueur, il y aurait lieu d'envisager ici chaque profession en particulier, et de faire connaître les dangers auxquels elle expose et les moyens à employer pour les combattre. Mais cette tâche est impossible à remplir pour le moment; nous devons donc nous contenter de traiter de l'hygiène des professions des grandes classes populaires, c'est-à-dire principalement de l'hygiène des ouvriers.

Travail manuel et industrie à domicile.

Les conditions hygiéniques du travailleur manuel, du petit fabricant et du travailleur à domicile, laissent encore actuellement beaucoup à désirer. Il est difficile de faire adopter, par le petit industriel et par l'ouvrier à domicile, les règles d'une hygiène quelque peu efficace. Il est bien vrai que les autorités ont publié des règlements et formulé des instructions concernant l'installation des chambres de travail et des chambres à habiter, mais cela seul ne suffit pas : un contrôle est

également ici nécessaire; or, jusque maintenant celui-ci est presque partout très mal organisé. Nous devons donc, par la plume et par la parole, appeler l'attention des petits fabricants et des ouvriers à domicile, sur les exigences d'une bonne hygiène. Reste à voir si nos efforts seront couronnés de succès, étant donnée l'âpreté de la lutte pour l'existence qui se livre précisément sur ce terrain. Dans les grandes industries et dans les fabriques, la santé de l'ouvrier est heureusement mieux sauvegardée.

A. Mesures hygiéniques applicables aux locaux.

1. Espace cubique. Les locaux des fabriques, dans lesquels de nombreux ouvriers travaillent pendant 10 heures et plus par jour, souvent au milieu d'une atmosphère souillée par la poussière, les gaz, etc., doivent naturellement être vastes et spacieux. A différentes reprises, on a formulé le vœu de voir exiger un cube d'air minimum pour chaque travailleur. Cette exigence, qui se justifie en soi, présente cet inconvénient que le patron est trop facilement disposé à ne pas dépasser ce minimum. En outre, l'espace cubique doit varier avec le genre d'industrie, ainsi qu'avec le mode et le degré d'activité de la ventilation. Si insuffisantes que soient donc les expressions « aussi grand que possible », ou « aussi spacieux que faire se peut », il est difficile de s'en passer lorsque l'on parle d'une façon générale du sujet qui nous occupe; par contre, lorsqu'on prend les industries en particulier, il est possible d'évaluer pour chacune d'elles l'espace cubique nécessaire.

Dispositions légales.

En Allemagne, cette question est réglée par le § 120 (que nous aurons encore à rappeler plus loin) de l'ordonnance impériale, sur les industries, du mois de juillet 1883. En outre, le ministère prussien a publié une instruction (28 février 1889) qui, pour chaque nouvelle installation ou transformation de fabrique, fixe les règles de police à observer concernant le mode de construction des bâtiments et leur étendue, le nombre, la grandeur et la destination des salles d'atelier, les facilités d'accès, l'éclairage, la ventilation, le chiffre maximum des travailleurs à admettre dans chaque local, et les machines

qu'on y peut installer. — Comme ces dispositions ont été prises sur les avis d'hommes compétents, c'est-à-dire de médecins et de techniciens, on a toutes les garanties désirables relativement à la question de l'espace cubique des locaux industriels. Des dispositions légales spéciales ont été prises concernant les différentes industries en particulier.

2. Ventilation. La question de l'espace cubique des locaux de fabrique se complète par celle de leur ventilation. Celle-ci a ici un double but. D'abord, elle doit servir, comme elle le fait pour toute autre habitation, à introduire l'air frais dans les locaux et à éliminer les produits gazeux dégagés par l'homme. A ce point de vue, elle est soumise aux différentes règles qui ont été exposées dans un autre chapitre de ce traité. Mais la ventilation sert, en outre, dans l'industrie, à éloigner les substances dangereuses, gazeuses ou corpusculaires, qui sont produites par l'industrie elle-même. Ce but peut être atteint de différentes façons et tout d'abord par :

a) Une ventilation locale, c'est-à-dire qui produit une aspiration de l'air à l'endroit même où celui-ci est altéré par des poussières, des gaz irrespirables ou des substances toxiques.

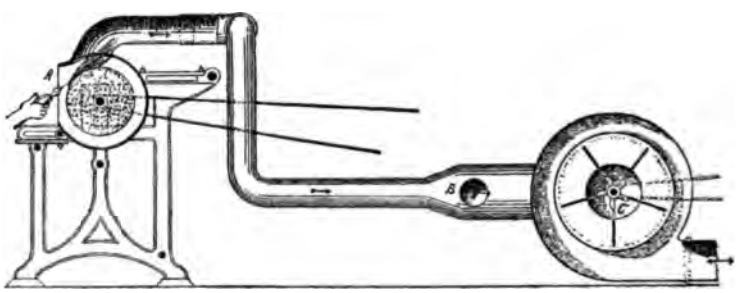


Fig. 96. Aspiration de la poussière provenant des meules à aiguiser, dans la fabrique d'aiguilles à coudre de *Lammerts*, à Aix-la-Chapelle.
A Ouverture dans la capsule qui entoure la pierre ; *B* abouchement d'un second canal dans le canal principal ; *C* ventilateur, et à son axe l'ouverture du canal principal.

Comme exemple de cette ventilation locale, on peut citer le procédé d'aspiration mécanique des poussières produites par les meules sèches à aiguiser (*Fig. 96*) : la pierre tournante, source de la poussière, est enfermée dans une enveloppe qui

présente une ouverture (*A*) à l'endroit où l'on glisse l'objet à aiguiser. Cette enveloppe se continue avec un tuyau qui débouche dans un canal principal plus large, lequel reçoit (*B*) les tuyaux provenant des autres meules. A l'extrémité opposée de ce collecteur est installé un aspirateur dans l'intérieur duquel l'air pénètre au niveau de l'axe (*C*), pour être lancé ensuite à la périphérie dans un canal d'évacuation. Lorsque l'appareil est mis en mouvement, l'air de la salle d'atelier étant aspiré dans les tuyaux, s'y précipite par l'ouverture pratiquée dans l'enveloppe de la meule, et emporte les poussières au fur et à mesure de leur production. Cet air arrive ensuite dans des chambres à grande section (chambres à poussière) qui sont munies de cloisons de séparation et d'autres appareils destinés à hâter la précipitation de la poussière sur le sol.

De semblables procédés de ventilation locale par aspiration sont en usage dans les fabriques de ciment, de céruse, etc.

b) La ventilation générale peut entrer en ligne de compte, pour suppléer à la ventilation locale lorsque celle-ci ne peut être employée. Qu'elle agisse alors par introduction d'air frais, ou par élimination de l'air altéré, elle reste toujours un pis-aller, car elle ne parvient jamais à enlever rapidement et complètement les poussières et les gaz; elle donne lieu seulement à une dilution, ou plus exactement à une division des matières nuisibles, laquelle division est du reste d'autant plus marquée que le cube d'air des locaux est plus considérable et que la ventilation est plus énergique. Son influence sur la poussière déjà déposée est des plus minimes (Voir p. 222).

c) La filtration de l'air inspiré au moyen de respirateurs. On peut faire servir comme respirateur un morceau de linge, une éponge, un tampon de ouate, qu'on assujettit devant la bouche et le nez, tantôt sec et tantôt mouillé ou imprégné de substances chimiques destinées à fixer les gaz. Il en existe dans le commerce de plus perfectionnés; citons, par exemple, ceux de *von Löb* (Berlin) et de *Grell* (Hambourg) qui sont de petits appareils munis d'une double soupape pour l'entrée et la sortie de l'air, et dans lesquels se place un morceau de ouate ou une éponge. Tous les respirateurs finissent par incommoder lorsqu'on doit les garder longtemps, ou lorsqu'il

s'agit d'un travail fatigant. C'est ce qui fait que les ouvriers ne s'en servent que contre leur gré, ou négligent de les mettre, ou les refusent tout simplement. Ils ne consentent à les employer que pour des travaux de courte durée.

d) Comme complément se place ici : la respiration de l'air frais amené du dehors à ceux qui doivent travailler dans une atmosphère toxique. Deux procédés permettent d'atteindre ce but. Dans le premier on recourt à des appareils construits sur le modèle des scaphandres : un capuchon, muni de verres à la place des yeux, recouvre la tête et descend jusqu'à la poitrine en serrant modérément le cou; à ce capuchon est adapté un tuyau qui reçoit de l'extérieur de l'air frais comprimé; l'air expiré et le surcroît d'air frais amené s'échappent dans le local. Dans le second procédé, l'ouvrier tient dans sa bouche l'extrémité d'un tuyau venant du dehors; l'air frais est aspiré pendant l'inspiration et l'air qui vient des poumons s'échappe par le nez (respirateur d'air libre).

3). L'éclairage. Les règles qui ont été formulées pour l'éclairage des habitations et pour celui des écoles, sont également applicables aux salles d'atelier (Voir p. 236). Pour l'éclairage naturel des fabriques à un seul étage, ou de l'étage supérieur des bâtiments qui en ont plusieurs, on se trouve surtout bien des toits construits en zig-zag et dont les parties verticales sont vitrées.

Le meilleur éclairage artificiel pour l'industrie est celui que procure la lumière électrique; après cela vient l'éclairage au gaz, puis celui au pétrole. Dans maintes industries les ouvriers préfèrent la lumière du pétrole à celle du gaz, parce que celle-ci développe trop de chaleur. Une clarté de 10 bougies-mètres est nécessaire dans les endroits où s'exécutent de fins ouvrages.

4). Le chauffage. La vapeur trouve fréquemment, comme on le conçoit, son emploi dans le chauffage des grands établissements industriels. Malheureusement ce mode de chauffage n'est pas encore suffisamment répandu. Il faut dire aussi que le plus souvent l'air introduit n'est pas chauffé au préalable ni rendu humide. Les ouvriers occupés dans l'industrie ont plus souvent à souffrir de la chaleur que du froid. Les tuyaux de vapeur traversant les locaux devront être munis d'enveloppes

protectrices, et en outre, on devra ménager sous le plafond des ouvertures pour l'évacuation de l'air chaud.

5). La propreté. La propreté des locaux des fabriques doit être l'objet de soins tout spéciaux. Elle est absolument nécessaire non seulement pour mettre l'ouvrier à l'abri des inhalations toxiques ou irritantes, mais encore pour prévenir le danger d'éclosion des maladies infectieuses.

Plus il y a d'hommes réunis dans un local, et plus les chances d'infection sont nombreuses. La propreté sera surtout efficace pour s'opposer à la contagion de la phtisie, laquelle fait, comme on sait, plus particulièrement ses ravages dans la classe ouvrière.

B. Mesures imposées par l'âge et le sexe des travailleurs.

L'industrie s'attache à obtenir la main-d'œuvre au plus bas prix possible; c'est pour cela qu'elle trouve son avantage à occuper les femmes et les enfants. Mais le développement physique de ces derniers et la régularité des fonctions physiologiques de la femme ne peuvent qu'être défavorablement influencés par le séjour prolongé dans les locaux étroits et surchauffés des fabriques, par la fatigue et l'attention ininterrompue que nécessitent le travail à la machine et les travaux d'ensemble.

On ne peut pourtant pas songer à empêcher complètement les femmes et les enfants de participer au travail des fabriques. La famille entière est en effet forcée de contribuer au gain général. Si les femmes et les enfants n'étaient plus admis dans les fabriques, ils seraient tentés de se tourner vers l'industrie de maison et se trouveraient dès lors dans des conditions hygiéniques plus mauvaises encore.

1). Le travail des enfants. Plus tardivement l'enfant sera astreint à un travail corporel régulier, et mieux cela vaudra pour sa santé. Comme il est déjà soumis pendant une assez bonne partie de la journée aux inconvénients inhérents à la fréquentation de l'école, on ne pourrait sans danger l'exposer en outre à ceux qu'entraînent le séjour et le travail dans les

fabriques. L'hygiène est en droit d'exiger que l'enfant ne consacre pas à l'atelier les heures de liberté dont il dispose en dehors de l'école, et dans ce but elle peut tolérer qu'il fasse le sacrifice d'une partie de ses heures de classe, à condition que les écoles d'adultes puissent plus tard réparer le préjudice qui lui sera ainsi causé. L'enfant ne devra pas être admis dans les fabriques avant l'âge de 13 ans, car c'est tout au plus si, à cet âge, son corps et son esprit ont la force de résistance nécessaire pour supporter les fatigues d'un travail assidu. Le nombre d'heures de travail doit surtout être réglé d'après le genre d'occupation. En aucune circonstance il ne pourra être permis de priver l'enfant d'une partie de son repos nocturne.

2). Le travail des femmes. La femme doit être tenue éloignée de la fabrique pendant les 4 à 6 premières semaines qui suivent l'accouchement, afin qu'elle puisse donner des soins convenables à son enfant, et qu'elle ait le temps nécessaire pour se rétablir et se fortifier. La femme devrait du reste être retenue moins longtemps que l'homme à l'atelier, et pouvoir consacrer une partie de la journée à l'entretien de la maison, à la préparation de la nourriture et à l'élevage des enfants; il faut en un mot qu'on lui donne le temps de remplir ses devoirs domestiques.

3). Durée du travail des hommes. La limitation du nombre d'heures de travail est indispensable pour certaines catégories d'ouvriers, tels que ceux qui s'adonnent à des industries particulièrement dangereuses (industries du plomb, de l'arsenic, du mercure), ainsi que ceux qui doivent fournir une très grande dépense de force.

D'un autre côté, un travail trop prolongé — dont la durée dépasse 10 à 12 heures selon le genre d'industrie — est toujours préjudiciable à la santé. Par contre, les revendications relatives à la fixation d'une journée normale de travail plus courte sont d'ordre purement social et ne relèvent nullement de l'hygiène.

4) Les temps de repos pendant le travail. L'ouvrier doit pouvoir disposer du temps nécessaire : 1) Pour prendre ses repas à son aise et achever tranquillement la digestion de son repas principal; 2) Pour remettre en vigueur son corps et son esprit fatigués. Il est donc nécessaire d'accorder

au travailleur adulte un repos de 1 h. à 1 1/2 h. à midi, et en plus, une pause d'une demi-heure au milieu du travail du matin et une autre, d'une demi-heure également, au milieu de l'après-midi.

Autant que possible on évitera de recourir au travail nocturne et aux heures supplémentaires de travail; la chose n'est cependant pas complètement réalisable dans les industries à « travail ininterrompu » et dans les industries « saisonnières ».

Sauf dans le cas qui vient d'être cité d'industries travaillant sans discontinuer, on devra particulièrement respecter le repos dominical de l'ouvrier; il lui est, en effet, indispensable pour l'aider à se remettre de ses fatigues et pour lui permettre de se nettoyer convenablement, de prendre une nourriture meilleure, et de se promener à l'air libre.

5) Législation du travail. En Allemagne, les dispositions légales concernant les différents points qui viennent d'être traités sont consignées dans la loi impériale sur les industries, et dans la circulaire y afférente du 1er juillet 1891. Législation du travail,

D'après le § 120 de cette loi, les industriels ont pour devoir de construire, d'aménager et d'entretenir les salles d'atelier de façon à éloigner tout danger pour la santé et la vie des travailleurs. Ils doivent veiller notamment à ce que l'éclairage soit suffisant et les locaux assez spacieux et convenablement aérés, en même temps qu'ils doivent pourvoir à l'évacuation rapide des poussières, des gaz et des détritus. Ils ont, en outre, à prendre des dispositions spéciales pour protéger les ouvriers contre le danger résultant du voisinage et de la manipulation des machines. Enfin des prescriptions doivent être formulées réglant l'ordonnance des travaux et la besogne des travailleurs de façon à supprimer les dangers de certaines industries. *a*) concernant les locaux,

D'après les §§ 135-136, aucun enfant en dessous de 13 ans ne peut être employé dans les fabriques; ceux au-dessus de 13 ans ne peuvent y être admis que s'ils ne sont plus astreints à fréquenter l'école. Les enfants n'ayant pas 14 ans ne doivent pas être employés plus de 6 heures par jour, et les jeunes gens de 14 à 16 ans plus de 10 heures par jour. Les heures de travail doivent être comprises entre 5 1/2 h. du matin et 8 1/2 h. du soir; pour la journée de travail de 6 heures il faut, en outre, un repos d'une demi-heure, et pour les journées plus longues un repos d'une heure et deux pauses d'une demi-heure. *b*) concernant le travail des enfants,

c) concernant le travail des femmes,

Le § 137 défend d'employer les ouvrières de fabrique aux travaux de nuit, c'est-à-dire entre 8 1/2 h. du soir et 5 1/2 h. du matin, et il prescrit, en outre, la veille des jours fériés, de ne pas les occuper après 4 1/2 h. de l'après-midi. Les ouvrières ayant dépassé l'âge de 16 ans ne peuvent pas travailler dans les fabriques plus de 11 heures par jour, et, la veille des dimanches et des jours de fête, plus de 10 heures; elles doivent avec cela disposer d'un repos d'une heure. Les ouvrières qui auront un ménage à soigner, seront autorisées à partir, à midi, une demi-heure avant les autres lorsqu'elles en feront la demande. Les femmes en couches ne pourront jamais être admises à la fabrique avant l'expiration des 4 premières semaines qui suivent l'accouchement, et pour pouvoir être occupées pendant les deux semaines suivantes, il faudra qu'elles y soient autorisées par certificat médical.

d) les listes à faire dresser par les patrons.

Les patrons sont tenus de dresser la liste des femmes et des enfants qu'ils occupent, et de fournir à la police locale les indications qu'elle réclame à ce sujet. — En certaines circonstances (§ 139*a*), le Conseil fédéral peut autoriser des dérogations aux dispositions légales qui précèdent (*).

C. Influences générales des professions sur la santé. — Accidents.

Effets nuisibles produits par le genre de travail,

1). Effets nuisibles produits par le travail et la profession. Les effets nuisibles qu'entraîne l'exercice des professions sont dus en partie au travail lui-même. Beaucoup de métiers marquent leur empreinte sur le travailleur : la poitrine du cordonnier, le maintien oblique du menuisier, les jambes du boulanger en sont des preuves courantes. La position penchée en avant des couturières et des brodeuses rend leur respiration superficielle; la station debout prolongée des typographes, des garçons de café favorise la formation des varices.

(*) Les prescriptions légales en vigueur en Belgique et en France, concernant le travail des femmes, des adolescents et des enfants dans les établissements industriels, sont analogues à celles que l'auteur indique pour l'empire allemand. On les trouve formulées, pour la Belgique, dans la loi du 13 décembre 1889, et pour la France, dans la loi du 2 novembre et les décrets du 3 mai, du 16 mai et du 15 juillet 1893 (N. des T.).

D'autres inconvénients résultent de l'exposition à des températures trop basses ou trop élevées. Ainsi, quand l'ouvrier travaille constamment dans une atmosphère chaude, il perd de sa résistance aux influences nuisibles extérieures et surtout aux changements de température, et il se trouve exposé à contracter des refroidissements. La chaleur rayonnante peut causer des inflammations de la peau et des brûlures. Le travail dans une atmosphère froide n'altère généralement pas la santé de l'ouvrier; mais lorsque le vent et l'humidité ajoutent leur action à celle du froid, il peut en résulter des refroidissements, des congélations locales, des engelures. par les températures.

Les effets de lumière trop intenses sont préjudiciables à l'organe de la vue.

Un certain nombre des inconvénients que nous venons de signaler ne peuvent guère être évités; mais il en est d'autres que l'on arrive à combattre par des appareils appropriés, une position assise convenable, etc. Pour s'opposer aux effets nuisibles de la chaleur rayonnante on suspend des plaques en verre devant l'ouvrier, ou bien encore on lui fait revêtir des habits en étoffe mauvaise conductrice, en tissu d'asbeste, etc. Les yeux sont protégés par des lunettes en verres colorés ou en mica. On combat l'influence débilitante de la chaleur en stimulant la peau par l'usage de bains fréquents. Pour atténuer les effets du froid, on enduit de graisse les mains et les pieds et l'on revêt d'étoffes imperméables les parties du corps exposées à l'humidité. Mesures de protection.

2) Les accidents professionnels. Les accidents qui surviennent dans l'industrie sont très fréquents. Pendant l'année 1887, sur 4,121,537 personnes qui s'étaient fait assurer par des Sociétés, 115,579 furent victimes d'accidents professionnels; 8,462 furent mises dans l'incapacité partielle, et 3,270 dans l'incapacité totale et définitive de travailler; 3,270 furent tuées. Les ouvriers les plus exposés sont ceux qui travaillent dans les mines, les forges et les salines. Il y a annuellement 2,5 ‰ des mineurs qui sont victimes d'accidents. Les sinistres causés par les éboulements dans les mines peuvent être évités par une bonne construction des fosses et des galeries. La technique doit en outre arriver à empêcher tout malheur à la descente et à la remonte des puits, en installant convenablement Industrie minière.

les échelles mécaniques et les cages. Quant aux effets nuisibles du grisou, y compris les explosions, on s'attachera à les prévenir par une large ventilation bien conduite, et en perfectionnant les appareils indicateurs du grisou ainsi que les appareils d'éclairage.

Industries à machines.

Dans les industries utilisant des machines, on a surtout à redouter les explosions de chaudières. L'incrustation des parois de celles-ci et le trop fort abaissement du niveau de l'eau, qui constituent les principales causes de ces explosions, devront avant tout être soigneusement évités.

Pour empêcher les accidents que peut causer le contact avec certaines partie des machines, on entourera d'appareils de protection les cylindres, les courroies de transmission, les scies circulaires, les roues motrices, les volants, etc. Dans maintes fabriques, toutes les pièces mobiles, pouvant causer des accidents, sont peintes en couleur rouge. Les chefs d'industrie ont, en un mot, pour devoir de prendre toutes les mesures préservatrices désirables; il faut bien dire pourtant que les meilleures intentions restent souvent sans effet par suite de la légèreté coupable des ouvriers.

D. Effets nuisibles produits par l'inhalation des gaz.

1) Les gaz et leur action sur l'organisme. Un certain nombre de gaz délétères sont produits par l'industrie, comme tels ou à titre de produits accessoires. Quelques-uns d'entre eux, tels que le chlore, le brome, l'acide chlorhydrique, l'anhydride sulfureux, l'acide azoteux, l'acide azotique et l'ammoniaque, donnent lieu, lorsqu'ils sont respirés, à un ensemble de symptômes identiques ou du moins analogues. Au début, on voit prédominer les symptômes d'excitation des organes respiratoires, puis, ce premier stade passé, il se produit un ralentissement de la respiration. En cas d'action plus intense, ces gaz peuvent donner naissance à la pneumonie catarrhale, à des hémorragies, au croup, à l'œdème pulmonaire, et même dans certains cas occasionner la mort. La respiration des vapeurs de chlore et d'ammoniaque provoque aussi, quoiqu'assez rarement, des hémorragies de l'estomac et de l'intestin; ces

Cl, Br, Hcl, O_2, $HAzO^{\cdot\cdot}$, $HAzO_3$, H_3Az.

hémorragies sont, au contraire, assez fréquentes à la suite de l'inhalation de l'acide chlorhydrique et du brome.

L'hydrogène sulfuré peut, lorsqu'il est respiré en grande quantité, causer la perte subite de connaissance et même la mort foudroyante. Si le sujet intoxiqué ne succombe pas immédiatement, il reste malade pendant des semaines, présentant par intervalles des accès de manie. L'intoxication chronique par ce gaz se manifeste au début par de la perte d'appétit, une mauvaise odeur de la bouche, une sensation de poids à l'épigastre et de la faiblesse générale; plus tard se montrent des signes de marasme et des symptômes cérébraux, soit d'excitation, soit de dépression. Dans les cas d'intoxication aiguë, la mort est, d'une façon plus nette encore que dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, le résultat de l'action du poison sur le système nerveux; l'altération du sang que l'on observe, est toujours si peu marquée qu'elle ne peut être considérée comme la cause de la mort. H_2S.

L'intoxication par l'oxyde de carbone débute par de la céphalalgie, du vertige, des vomissements et de la perte de connaissance. La respiration prolongée de ce gaz, même à doses modérées, amène presque constamment la mort. Respiré à très faibles doses, il occasionne des maux de tête et du malaise. CO.

La respiration de l'acide carbonique mélangé à l'air dans la proportion de 30 % est suivie de perte de connaissance immédiate et de mort à bref délai. Respiré en petite quantité, ce gaz détermine du malaise, des vomissements, de l'accélération de la respiration et de la dyspnée. CO_2.

2) Industries dans lesquelles se développent des gaz toxiques. L'acide chlorhydrique est produit en grande quantité dans la fabrication de la soude, et l'ammoniaque dans celle du gaz d'éclairage; l'ammoniaque fait, en outre, sentir ses effets désagréables dans maintes fabriques de couleurs, ainsi qu'au voisinage des machines qui utilisent ce gaz pour la production de la glace artificielle. Le chlore se produit lors de la fabrication du chlorure de chaux, et il est surtout employé, de même que l'anhydride sulfureux, pour le blanchissage. Le brome, ainsi que les acides azotique et azoteux, sont d'un emploi plus restreint. On n'a guère à souffrir de la présence de ces corps qu'au moment de leur fabrication, et à l'occasion de certaines réactions chimiques.

L'hydrogène sulfuré se dégage parfois en grande quantité dans les tanneries; il n'est pas rare non plus de voir ce gaz produire des accidents lors de la vidange de fosses d'aisance longtemps fermées. L'acide sulfhydrique trouve fréquemment son emploi dans les travaux de chimie.

L'oxyde de carbone se dégage en abondance dans les appartements habités lorsque l'oxygène n'arrive pas en quantité suffisante sur les charbons ardents contenus dans les poêles; il peut également être déversé dans l'air par des fuites de gaz d'éclairage, ce dernier contenant habituellement une proportion de 5 à 10 % de CO. Dans l'industrie, on a peu à compter avec l'oxyde de carbone. Il n'en est pas de même de l'acide carbonique qui est surtout produit dans les industries à fermentation; il se développe dans les cuves grilloires, dont il déborde pour s'accumuler en couche épaisse au-dessus du sol.

3) Degrés de concentration nuisibles. Les degrés de concentration auxquels les gaz précités deviennent dangereux pour la santé, sont indiqués dans le tableau suivant établi d'après les recherches de *Lehmann* :

	QUANTITÉS produisant des affections rapidement mortelles.	QUANTITÉS supportées de 1/2 à 1 1/2 heure sans troubles graves.	QUANTITÉS donnant lieu aux symptômes les plus légers.
Acide chlorhydrique . . .	1,5 2,0 ‰	0,05—0,1 ‰	0,01 ‰
Anhydride sulfureux. . .	0,4—0,5 ‰	0,05 ‰	—
Ammoniaque	2,5—4,5 ‰	0,3 ‰	0,1 ‰
Chlore ou brome	0,04—0,06 ‰	0,004 ‰	0,001 ‰
Hydrogène sulfuré	0,5—0,7 ‰	0,2—0,3 ‰	—
Oxyde de carbone.	2 — 3 ‰	0,5—1,0 ‰	0,2 ‰
Acide carbonique	30 %	8 %	1 %

Empêcher l'entrée des gaz dans les locaux.

4) Mesures prophylactiques. Le plus sûr moyen de mettre l'ouvrier à l'abri de l'inhalation des gaz délétères, consiste à empêcher l'entrée de ceux-ci dans les salles de travail. On atteint ce but en faisant produire ces gaz dans des caissons hermétiquement clos, ainsi que cela se pratique par exemple dans l'industrie du blanchissage.

Absorption et ventilation.

Les gaz que l'on fabrique ou qui se développent au cours de la préparation d'autres produits, et que l'on ne peut empêcher de se déverser dans l'air des locaux, doivent être éloignés

le plus directement possible, soit par des procédés d'absorption appropriés, soit à l'aide de la ventilation.

L'oxyde de carbone qui se dégage des charbons incandescents est reconnaissable à l'odeur que développent les autres produits de combustion, c'est-à-dire les vapeurs de charbon; lorsqu'il provient du gaz d'éclairage, l'odeur de celui-ci suffit à en déceler la présence. Cette odeur spécifique n'est pourtant plus appréciable lorsque le gaz d'éclairage, à la suite, par exemple, de la rupture d'un tuyau de rue, a traversé tout d'abord une assez grande épaisseur de sol (Voir p. 247). C'est là une raison pour que la technique s'applique à retrouver rapidement les ruptures de tuyaux. Pour éloigner l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré, accumulés dans des locaux longtemps fermés, on y jettera des bottes de paille imprégnées de lait de chaux et on aérera largement.

Respirateurs d'air libre.

Lorsque des ouvriers doivent être occupés longtemps dans une atmosphère renfermant des gaz toxiques, on fait bien de leur imposer l'usage de respirateurs d'air libre (voir plus loin). On doit, du reste, toujours les renseigner sur la toxicité que possèdent certains gaz et sur le danger qu'il y a à les respirer.

E. Effets nuisibles produits par l'inhalation des poussières.

Un autre danger pour la santé de l'ouvrier réside dans l'inhalation des poussières que l'on rencontre en grande abondance dans certaines industries.

Arrêt dans les premières voies.

1) Effets généraux produits par l'inhalation des poussières. Une notable partie de la poussière respirée s'arrête dans les premières voies aériennes et est expectorée; celle qui descend plus profondément dans les poumons adhère d'abord aux parois des alvéoles, puis sous l'influence des mouvements respiratoires, elle pénètre et s'arrête dans l'intérieur du tissu pulmonaire, ou bien elle est incorporée dans les cellules lymphatiques dites cellules à poussière (Staubzellen). Si la poussière inhalée est peu abondante, elle ne donne pas lieu à d'autres suites.

dans le parenchyme.

Inflammation.

Par contre, l'inhalation de grandes quantités de poussières

détermine une inflammation véritable avec sortie des globules blancs, gonflement et chute des cellules épithéliales. Autour des gros amas formés dans le parenchyme pulmonaire se développe une hypertrophie du tissu interstitiel donnant lieu finalement à une induration fibreuse avec nodosités.

L'altération de parties étendues des poumons a généralement pour conséquence le développement dans d'autres parties d'un emphysème de compensation, et dans d'autres cas, elle donne lieu à la formation de dilatations bronchiques. Plus rarement les régions sclérosées deviennent le siège de foyers gangréneux ou purulents.

Catarrhe. Les symptômes cliniques sont ceux du catarrhe, soit que celui-ci provienne directement de l'irritation produite par la poussière, soit qu'il survienne consécutivement à l'emphysème ou aux bronchiectasies. Autour des alvéoles et des bronchioles devenues imperméables on constate par ci par là des signes de bronchopneumonie. En cas de ramollissement des parties sclérosées, on voit prédominer les symptômes de l'abcès et de la suppuration pulmonaires.

Maladies infectieuses L'inhalation des poussières n'engendre pas par elle seule la pneumonie croupale pas plus que la tuberculose, mais il est hors de doute qu'elle favorise l'éclosion de ces deux maladies infectieuses. Les simples catarrhes aussi bien que les bronchopneumonies créent des conditions favorables à la colonisation des bactéries pathogènes. De plus, certaines espèces de particules poussiéreuses à forme tranchante, produisent dans la muqueuse de petites solutions de continuité qui sont autant de portes ouvertes à la pénétration des agents morbifiques.

Quoique l'inhalation des poussières ne crée que la prédisposition à la phtisie, cette prédisposition peut devenir très funeste quand il existe dans l'air respiré de nombreux bacilles de la tuberculose, et le pour cent de la mortalité peut s'en trouver considérablement augmenté.

2) La poussière de charbon. C'est celle que l'on rencontre le plus souvent dans les poumons. Alors que le poumon de l'enfant est rosé, celui de l'adulte présente une coloration foncée, allant jusqu'au gris d'ardoise, qui est due à la

respiration pendant la vie de particules charbonneuses (anthracosis pulmonum). Les poumons des ouvriers travaillant dans le charbon sont naturellement ceux qui renferment la plus grande quantité de ces particules. Des différentes poussières de charbon, la suie, qui est amorphe, est la moins dangereuse, tandis que les poussières provenant de charbons cassants tels que la lignite, la houille, et le charbon de bois, pénètrent plus facilement dans le tissu pulmonaire. On ne constate guère d'autres symptômes chez les ouvriers charbonniers que ceux d'un simple catarrhe ; la pneumonie et la tuberculose ne les atteignent que rarement. Ce fait est dû à ce que dans les endroits où le charbon est respiré abondamment, ou bien les bacilles de la tuberculose manquent (galeries des mines), ou bien ils sont rapidement emportés par les courants d'air frais (hangars à charbon, locaux de chauffage). Consé-quences.

3) La poussière de fer. Le dépôt dans les poumons de poussières métalliques, et particulièrement de la poussière de fer, produit l'affection désignée sous le nom de « siderose pulmonaire. » Le fer est introduit soit sous forme d'oxyde (rouge d'Angleterre), soit sous forme de fer métallique (limaille de fer). Le rouge d'Angleterre est respiré par les personnes qui s'occupent de polir à sec les objets aiguisés et par celles qui préparent les emballages pour feuilles d'or. Le fer en limaille est respiré par les fabricants de limes et les aiguiseurs lorsqu'on néglige de prendre les mesures nécessaires pour protéger ces ouvriers contre l'inhalation des poussières tranchantes qui se détachent de la pierre et du fer. Lorsque l'inflammation catarrhale résultant de cette inhalation finit par déterminer de la sclérose pulmonaire, et que plus tard dans le tissu sclérosé se développent des foyers de nécrose, on a affaire à la maladie connue sous le nom de « phtisie des aiguiseurs ». Consé-quences.

La phtisie vraie ou tuberculeuse est du reste aussi très commune chez les aiguiseurs. En 1876, *Beyer* fit la constatation que sur 196 aiguiseurs de Remscheid, 24 seulement avaient dépassé la quarantaine. Douze ans plus tard, *Canedy* fit connaître que pendant une seule période décennale, sur 40 remouleurs d'une fabrique de couteaux, 23 avaient succombé à des affections chroniques des voies respiratoires.

Lorsque le microscope ne réussit pas à déceler la présence

nature que celles causées par la respiration des autres poussières, mais n'atteignent pourtant pas le même degré d'intensité.

10) La maladie des chiffonniers. La poussière qui se dégage lors du triage de la laine et des poils présente un intérêt spécial. Elle donne naissance à une maladie toute particulière que l'on observa pour la première fois en Autriche chez les trieurs de chiffons, et en Angleterre chez les trieurs de laine. L'affection débute par un grand accablement général et par de la gêne respiratoire. La température s'élève peu dans la généralité des cas, et plus tard elle descend même en dessous de la normale; la faiblesse augmente de plus en plus, et les malades succombent au bout de quelques jours après avoir gardé longtemps leur pleine connaissance. A l'autopsie on trouve dans les différentes cavités du corps et dans les organes des épanchements d'un sang fluide présentant la couleur du goudron; on ne constate pas d'autres altérations pathologiques bien nettes. L'examen microscopique du sang y décèle la présence de bâtonnets dépourvus de mouvements, qu'on reconnaît bien vite pour être les bacilles du charbon.

Symptômes

Lésions anatomiques.

Etiologie.

On peut admettre que dans la plupart des cas de maladie des trieurs de laine et de chiffons on a affaire au charbon véritable; toutefois il n'est pas absolument impossible que d'autres bactéries ne puissent développer un processus morbide semblable tant au point de vue clinique qu'au point de vue anatomo-pathologique. C'est ce que tendent à établir les observations de *Kranhals* et de *Bordoni-Uffreduzzi* qui ont vu produire, le premier par le bacille de l'œdème malin, le second par le proteus hominis capsulatus, des symptômes morbides que l'on n'aurait pu différencier de ceux du « charbon interne » ou « pulmonaire » (Lungenmilzbrand).

11) Mesures de protection. Les dangers provenant de l'inhalation des poussières industrielles peuvent être annihilés ou atténués de différentes façons :

a) En empêchant la poussière de se former. La chose est réalisable dans certaines industries par le simple humectage des matériaux à travailler, comme par exemple dans beaucoup de travaux de polissage et d'aiguisage, dans certaines parties de l'industrie cotonnière, du tournage, etc.

b) En interceptant toute communication entre les sources de poussière et les locaux de travail.

Dans les travaux de broiement à l'aide de pilons, dans la fabrication du bronze, lors du mélange, du gâchage et du tamisage des matériaux constitutifs de la porcelaine, et dans maint autre cas, l'ouvrage peut être fait au moyen d'appareils spéciaux et à l'intérieur de réservoirs fermés qui ne laissent pas s'échapper la poussière formée.

Disons à ce propos que la technique devrait s'attacher à intervenir autrement qu'elle ne l'a fait jusqu'ici pour protéger efficacement la santé des ouvriers occupés dans les industries à poussières.

c) Par la ventilation locale.

d) Par la ventilation générale.

e) Par la filtration de l'air à l'aide de respirateurs.

f) Par l'emploi de respirateurs d'air libre. — Ces quatre derniers moyens ont été exposés en détail au début de ce chapitre.

g). Par la grande propreté; deux fois par jour, ou même plus souvent, on devrait enlever la poussière avec des linges humides, et l'on devrait éloigner du local tout objet superflu sur lequel les poussières pourraient se déposer.

h) Par le port d'habits de travail lisses, fermant bien aux poignets, au cou et à la cheville.

i) En faisant choix d'un personnel sain. Les exigences relatives aux aptitudes corporelles varient nécessairement avec le genre de métier; aussi faudrait-il que toute personne admise à travailler dans une fabrique ou une usine quelconque fût préalablement visitée par un médecin bien au courant des opérations de l'industrie.

k) En portant tout spécialement son attention sur les ouvriers qui toussent; si possible, on les emploiera de préférence dans une branche de la fabrication qui ne produit pas de poussière. Dans tous les cas, on veillera avec le plus grand soin à ce que les ouvriers ne crachent pas sur le sol; on leur recommandera d'utiliser les crachoirs qu'on disposera dans chaque salle de travail. On renseignera les ouvriers sur le rôle

important que jouent les crachats dans la propagation de la tuberculose.

l) En établissant un tour de rôle dans l'emploi du personnel, afin que les mêmes ouvriers ne soient pas exposés à respirer les poussières pendant un temps trop prolongé.

m) Pour ce qui concerne spécialement la maladie des chiffonniers, on peut la prévenir en recourant à la désinfection de la laine et des chiffons. Malheureusement les frais qu'entraîne pareille désinfection ne sont pas en rapport avec la valeur des chiffons eux-mêmes. Toutefois comme ceux-ci doivent être nettoyés avant d'être travaillés, on fait en sorte de commencer toujours par ce nettoyage et on le modifie en vue de la désinfection.

12. Dispositions légales. Si on en excepte quelques ordonnances purement locales, et les dispositions générales contenues dans le § 120 de la loi impériale sur les industries (Voir p. 309), la législation allemande ne s'est que peu occupée jusqu'à présent de ce qui a trait aux industries à poussières.

Pour la fabrication des cigares, il a été publié une circulaire du chancelier de l'empire en date du 9 mai 1888. Cette circulaire énumère les mesures de protection à prendre contre la poussière de tabac et la vapeur de nicotine, mais elle vise d'une façon spéciale la petite industrie dans laquelle les conditions hygiéniques de l'ouvrier sont particulièrement mauvaises par suite de l'insuffisance des locaux, etc.; elle prescrit notamment que les locaux habités, les magasins et les salles de travail doivent être entièrement séparés les uns des autres; les salles de travail doivent avoir au moins 3 mètres de hauteur, être bien éclairées et aérées; elles doivent être planchéées et être assez spacieuses pour que chaque ouvrier y dispose d'un cube d'air de 7 m^3; l'aérage et le nettoyage journalier sont de rigueur.

Le chancelier de l'empire a en outre publié (18 avril 1891) une instruction relative aux mesures à prendre pour prévenir les dangers auxquels expose le travail des peaux brutes exotiques. Ces peaux doivent être déposées dans des endroits isolés; on empêchera la poussière de se former pendant le travail en les arrosant avec de l'eau; les locaux ayant servi de dépôt, etc. seront désinfectés au lait de chaux; les emballages, le poil, le tan et les ordures seront brûlés.

F. Effets nuisibles produits par les poussières industrielles toxiques.

1) Le plomb. L'extraction du plomb des minerais, son épuration, la réduction de l'oxyde de ce métal donnent lieu à la production de ce que l'on désigne sous le nom de « fumée de plomb ». Celle-ci est constituée principalement par de très fines particules de plomb métallique, d'oxyde et de carbonate de plomb. Dans l'industrie du plomb; c'est la fabrication de la céruse qui occupe la première place. En Allemagne, on obtient ce produit en faisant agir des vapeurs d'acide acétique sur des lames de plomb métallique. On fait ensuite arriver de l'acide carbonique sur l'acétate basique de plomb ainsi formé, et l'on obtient du carbonate de plomb, ou autrement dit, de la céruse. Industrie du plomb.

La céruse brute est d'abord débarrassée par le lavage de ses particules les plus grossières; elle est ensuite séchée, puis moulue dans le « désintégrateur », après quoi on la met en fût, ou bien on la broie avec de l'huile. Une autre couleur, le minium ou peroxyde de plomb (Pb^3O^4) s'obtient en chauffant le massicot ou protoxyde de plomb à 300-400°; durant cette opération, il se répand dans l'air de la poussière formée par la fumée de plomb, de l'oxyde et du peroxyde de ce métal.

Le plomb et tous ses composés, à l'exception de sa combinaison avec le rhodanium sont toxiques. Ils peuvent être introduits dans l'économie par les organes respiratoires et digestifs ainsi que par la peau. Intoxication plombique.

Les symptômes de l'intoxication saturnine chronique sont les suivants : formation d'un liséré gris bleu sur le bord des gencives, perte d'appétit, coliques avec constipation, paralysies musculaires et douleurs des membres à caractère rhumatismal; dans les cas plus graves, on note des encéphalopathies et particulièrement des accès éclamptiques et d'autres troubles du système nerveux central.

Parmi les ouvriers ayant travaillé longtemps dans l'industrie du plomb, on n'en rencontre que très peu qui n'aient pas eu à souffrir de l'un ou l'autre accident de saturnisme. Mais cette intoxication atteint encore d'autres catégories de travailleurs, parmi lesquels il faut citer particulièrement les

fondeurs d'argent et de zinc, les peintres, les potiers d'étain, les émailleurs et les imprimeurs.

Prophylaxie. Le Conseil fédéral a publié (12 avril 1886) au sujet de l'installation et du fonctionnement des fabriques de couleurs de plomb et de sucre de saturne, une instruction qui contient d'excellentes mesures prophylactiques.

Les salles d'atelier doivent être élevées, spacieuses, bien ventilées et entretenues dans un état constant d'humidité et de propreté. Les appareils usités ne doivent laisser s'échapper aucune poussière. Là où la poussière de plomb pourrait pénétrer dans les salles de travail, on a soin de la faire aspirer dès son entrée. Si l'on ne peut, malgré cela, éviter cette poussière, on oblige les ouvriers à faire usage de respirateurs. Ceux qui ont à travailler dans des solutions plombiques, doivent se graisser les mains ou porter des gants imperméables. Les ouvriers doivent revêtir un pardessus pour le temps de travail; ils ont à leur disposition des salles spéciales pour se laver, se baigner, s'habiller et prendre leurs repas.

Les jeunes filles et les enfants ne peuvent être employés dans l'industrie du plomb. La journée de travail ne doit pas dépasser 12 heures.

Peuvent seules être admises dans cette industrie les personnes qui sont munies d'un certificat médical attestant qu'elles ne sont pas de constitution débile, qu'elles ne souffrent d'aucune affection des poumons, des reins et de l'estomac, et qu'elles ne sont pas adonnées à l'alcoolisme. Un médecin est chargé de la surveillance sanitaire de l'établissement; il doit visiter tous les travailleurs au moins une fois par mois, et fait connaître au chef d'industrie chaque cas d'intoxication qu'il pourrait constater.

Intoxication. 2) L'arsenic. Le plus dangereux des composés arsénicaux est l'hydrogène arsénieux; vient ensuite l'acide arsénieux, puis les produits solubles dans l'eau et enfin les autres combinaisons arsénicales. L'intoxication aiguë par l'arsenic s'observe rarement dans l'industrie. Quant à l'intoxication chronique elle se manifeste par les symptômes suivants : céphalalgie, sensation de pression intra-crânienne, ulcérations dans la bouche, troubles gastriques persistants, sensation de brûlure à

la gorge, etc. Les ouvriers les plus exposés sont ceux qui travaillent à la fonte des minerais d'arsenic, à la fabrication des couleurs arsénicales, des papiers colorés, des fleurs artificielles, etc. Ces dernières industries sont sévèrement réglementées par la loi du 5 juillet 1887 qui a trait à l'emploi des couleurs dangereuses dans la preparation de certains aliments, condiments et objets usuels.

Comme mesures prophylactiques contre les intoxications, il faut citer la fermeture hermétique de tout appareil contenant le poison à l'état de poussière, puis l'établissement d'une ventilation énergique tant générale que locale, le port de vêtements serrant aux poignets, au cou et à la cheville, les facilités données aux ouvriers pour se laver fréquemment et s'essuyer convenablement avec des essuie-mains, l'usage de respirateurs pour certains travaux, le nettoyage du nez et de la bouche avec l'antidote de l'arsenic, c'est-à-dire avec l'hydrate de peroxyde de fer fraîchement préparé. Prophylaxie.

3) Le mercure. Il peut pénétrer dans l'organisme, soit à l'état de combinaison, soit à l'état de vapeur mercurielle. Celle-ci se forme lors de la préparation du mercure par grillage du cinabre, ainsi que pendant la fabrication des thermomètres, l'amalgamage de différents métaux et la fabrication des glaces. Cette dernière, qui constitue la principale branche de l'industrie du mercure, se pratique de la façon suivante : sur une table de marbre, on étend une feuille d'étain, et par-dessus on verse du mercure que l'on étale en frottant, de manière à obtenir un amalgame d'étain; sur cet amalgame on pose une plaque de verre bien polie qu'on charge avec des poids, et qu'on maintient légèrement inclinée de façon que l'excès de mercure puisse s'écouler facilement. Après 24 heures, la glace est portée dans le séchoir, où le mercure qui existe encore en excès continue à s'écouler et à s'évaporer insensiblement. Fabrication des glaces.

L'hydrargyrisme chronique commence par de la salivation et de l'inflammation de la muqueuse buccale; plus tard on constate l'ébranlement des dents et des troubles du côté des organes digestifs. Plus tard encore apparaissent le tremblement mercuriel et dans certains cas des troubles psychiques. Il n'est pas rare de constater, en outre, chez les ouvriers travaillant dans le mercure, des affections des organes respiratoires. Symptômes de l'intoxication mercurielle.

Les précautions hygiéniques à employer pour éviter ces accidents sont mentionnées de façon précise dans « les instructions concernant l'installation et le fonctionnement des fabriques de glaces » (Ordonnance du ministère prussien en date du 18 mai 1889 et du ministère bavarois en date du 31 juillet 1889) : la fabrication des glaces ne peut se faire que dans des chambres fraîches dont les fenêtres regardent vers le nord. Dans les locaux où se fait l'étamage et le séchage, le travail doit être suspendu dès que la température dépasse 25°C. Le chauffage des locaux se fera par introduction d'air chauffé au plus à 15°C. En outre de la ventilation naturelle qu'on obtient en ouvrant les fenêtres, on établira une ventilation artificielle assez active pour fournir à chaque travailleur au moins 60 mètres cubes d'air par heure. L'espace cubique des chambres à étamage devra mesurer 40 m³ par tête et celui des séchoirs 30 m³; la hauteur minima des locaux sera de 3,5 m. Le parquet sera parfaitement uni; il sera maintenu constamment humide et sera balayé chaque jour; la durée du travail dans les chambres précitées ne dépassera point 8 heures l'hiver et 6 heures l'été. Il ne sera point permis de se servir de la main pour étendre le mercure sur les feuilles d'étain. Tout nouvel ouvrier devra être soumis à l'examen du médecin, lequel fournira une attestation déclarant que rien ne fait supposer que le travail dans une fabrique de glaces pourrait être particulièrement dangereux pour sa santé. Tous les ouvriers devront être visités deux fois par semaine par le médecin de l'établissement. Les prescriptions relatives à la tenue du registre des malades, et aux salles d'habillement, salles de bains, réfectoires et lavoirs, sont analogues à celles qui sont formulées pour l'industrie du plomb.

Industrie des allumettes.

4) Le phosphore. Il trouve son emploi principal dans la fabrication des allumettes. Les petits bâtonnets qui constituent ces dernières sont d'abord soufrés, puis plongés par une extrémité dans une masse inflammable. Celle-ci est composée d'une substance agglutinante peu épaisse à laquelle on a mélangé un corps riche en oxygène tel que le salpêtre et et 5 à 7 % de phosphore blanc. Après immersion dans la pâte précitée, les petits bâtonnets sont séchés dans des chambres spéciales, puis empaquetés. Pendant la préparation de la pâte

phosphorée, ainsi que lors de l'immersion des bâtonnets, du séchage et de l'empaquetage des allumettes, il se dégage dans l'air du phosphore en particules très ténues.

L'intoxication aiguë par le phosphore s'observe rarement dans l'industrie. Quant à l'intoxication chronique, elle s'annonce par des douleurs dentaires qui sont suivies plus tard de l'ébranlement des dents, de la périostite et de la nécrose des maxillaires. Empoisonnement.

Les accidents d'intoxication par le phosphore sont devenus plus rares de nos jours, et cela grâce à l'introduction dans le commerce des allumettes dites suédoises. La partie inflammable de celles-ci est formée d'un mélange de paraffine, de chlorate de potasse, de manganèse et de poudre de verre. Le côté des boîtes sur lesquelles on les frotte pour les enflammer, est recouvert d'une composition qui contient du phosphore rouge, lequel n'est pas toxique. Allumettes suédoises.

La loi impériale du 13 mai 1884 a contribué aussi pour une large part à rendre l'industrie des allumettes moins dangereuse. Aux termes de cette loi, il est interdit de fabriquer des allumettes à l'aide du phosphore blanc, autre part que dans des installations spéciales. Par cela même l'industrie à domicile fut paralysée, et c'était précisément celle-là qui fournissait le contingent le plus nombreux des nécroses occasionnées par le phosphore. La même loi prescrit en outre que les enfants ne peuvent être employés à cette fabrication et que les jeunes ouvriers ne peuvent être occupés qu'à l'empaquetage et à la mise en boîtes. Les autres mesures hygiéniques sont contenues dans l'ordonnance du Conseil fédéral en date du 11 juillet 1884. Législation.

Aux termes de cette ordonnance, la masse inflammable doit être préparée dans des récipients fermant hermétiquement et dans des locaux où l'air se renouvelle constamment. Les salles servant à la préparation de cette masse, à l'immersion et au séchage des allumettes, doivent avoir une hauteur de 5 mètres au minimum. Dans la salle de remplissage, le cube d'air doit être d'au moins 10 m^3 par tête. Pour être admis à travailler dans l'industrie des allumettes, tout ouvrier doit fournir une attestation médicale déclarant qu'il ne souffre pas de la nécrose phosphorée et qu'en outre il ne présente aucune prédisposition spéciale à être atteint de cette affection. Une fois par trimestre

les ouvriers sont soumis à l'examen médical. Les industriels sont enfin tenus de se conformer pour ce qui regarde la tenue des listes de malades, l'habillement, l'installation des salles de lavages, de réfectoires, etc., aux prescriptions générales relatives aux fabriques.

Inspecteurs de fabriques.

Afin de veiller à l'exécution des différentes dispositions légales relatives aux industries, le gouvernement a créé l'institution des inspecteurs de fabriques. Ces fonctionnaires ont à visiter à certaines époques les fabriques situées dans le district qui leur est assigné; ils s'assurent au cours de leur inspection que toutes les mesures hygiéniques reçoivent leur application, ils insistent sur leur mise en pratique, et rendent compte au Conseil fédéral du résultat de leur mission.

II. Protection du public contre les dangers et les incommodités provenant de l'industrie et de certaines professions.

1) Les dangers. Citons tout d'abord ceux que peuvent occasionner les explosions se produisant, par exemple, dans les fabriques de matières inflammables, ou à la suite de la rupture des chaudières à vapeur.

Pour éviter les explosions dans les fabriques précitées, on recourt à un certain nombre de précautions qui varient avec le genre de produits fabriqués. Pour ce qui regarde les explosions de chaudières, il faut noter d'abord que la loi impériale (§ 24) ne permet l'installation de ces dernières que moyennant une autorisation spéciale. En outre, il existe des circulaires du chancelier de l'empire, datant du 29 juillet 1871 et du 18 juillet 1883, qui règlent les dispositions générales de police à observer concernant l'établissement des générateurs à vapeur, leur construction, les appareils de sûreté dont ils doivent être munis, les essais de résistance à leur faire subir, etc.

Un autre danger pour le public résulte des intoxications que peuvent occasionner les gaz toxiques, les poussières, et les eaux résiduaires provenant de l'industrie. Pour ce qui est des

poussières, il est interdit de les déverser directement dans l'air libre; on les conduit, pour les y faire déposer, dans des chambres ou des canaux spéciaux, ou bien on les reçoit dans de l'eau ou bien encore on les détruit par le feu. Les gaz toxiques peuvent être recueillis et condensés ou être rendus inoffensifs à l'aide de combinaisons chimiques. Il faut dire toutefois qu'on ne parvient pas toujours à se rendre complètement maître des poussières ou des gaz qui se développent dans l'industrie.

Les eaux provenant des fabriques d'ingrédients chimiques, des fabriques de couleurs, de maintes fonderies, etc., contiennent, soit de véritables poisons (arsenic, plomb, cuivre, antimoine), soit des acides ou des alcalis. La nappe des eaux souterraines, les puits et les rivières sont exposés à être empoisonnés par ces substances. Lorsque les eaux résiduaires proviennent d'industries qui leur abandonnent beaucoup de matières organiques ou de particules organisées (amidonneries, sucreries, brasseries, fabriques de colle-forte), on a à craindre qu'elles ne subissent la putréfaction ou qu'elles ne produisent l'envasement et la putridité des cours d'eaux où elles se déversent.

L'hygiène doit exiger que les eaux industrielles soient débarrassées des substances toxiques qu'elles renferment avant leur sortie de la fabrique. Celles qui contiennent une forte proportion d'acide ou d'alcali doivent, au préalable, être neutralisées. Dans tous les cas, il y a lieu d'accorder une attention particulière aux puits qui se trouvent dans le voisinage des établissements insalubres, car les poisons contenus dans les déchets d'industrie peuvent être dissous par les eaux de pluie et être transportés par elles jusque dans le sous-sol. Les eaux riches en matières organiques seront le plus sûrement purifiées par le procédé des irrigations. Là où ce système n'est pas applicable, on emploiera d'autres méthodes de clarification en rapport avec le genre d'industrie; nous avons dit toutefois que ces dernières méthodes ont l'inconvénient de ne débarrasser les eaux que des parties qu'elles tiennent en suspension; elles y laissent subsister la majeure partie des substances organiques dissoutes et ainsi n'empêchent pas toujours la production de fermentations et de décompositions ultérieures.

Certaines industries exposent le public à contracter des maladies infectieuses ; de ce nombre sont surtout l'industrie des chiffons et celle des cuirs. S'il est vrai que les ouvriers qui y sont occupés sont les premiers exposés à contracter ces maladies, il n'est pas rare pourtant de voir celles-ci se propager par eux à des personnes étrangères ; *Beisswänger* a démontré que le charbon s'observe avec une fréquence particulière dans les localités du Wurtemberg où existent des mégisseries, et dans celles qui se trouvent situées sur des cours d'eaux en aval d'importants établissements de cette nature. On conçoit donc la nécessité qu'il y a de traiter suffisamment à la chaux les peaux ainsi que les déchets des tanneries.

Le danger de propagation de maladies par les chiffons peut, ainsi que nous l'avons déjà dit, être évité par une bonne désinfection préalable. Quant aux dangers que peut faire naître le voisinage des hôpitaux pour maladies contagieuses, nous en avons parlé page 25. Il va de soi que la propreté la plus rigoureuse et qu'une large pratique des désinfections sont absolument indispensables dans tous les hôpitaux de cette nature.

2) Les incommodités. Elles sont surtout produites par les mauvaises odeurs que répandent beaucoup d'industries, ainsi que par la fumée et le bruit. A vrai dire, entre ce qui est incommodité ou danger, il n'y a pas habituellement de démarcation bien nette à établir. L'homme fort et bien portant éprouve à peine de l'ennui ou du désagrément de ce qui cause un tort considérable à un malade, à un convalescent ou à une personne faible. C'est surtout en restreignant la jouissance de l'air frais et en rendant impossible le réglage de la température des habitations que les causes précitées agissent défavorablement ; le bruit, la fumée et les mauvaises odeurs peuvent, en effet, être si intenses qu'il devienne souvent impossible d'ouvrir les fenêtres des appartements. Dans l'appréciation de ces divers inconvénients, on ne doit donc pas envisager uniquement les personnes saines, mais avoir égard également aux personnes malades ou débilitées.

Pour ce qui est de la suie, on peut, si pas la supprimer complètement, au moins en diminuer notablement la quantité en recourant à l'un des procédés de combustion de la fumée que nous avons énumérés à l'occasion du chauffage, page 201.

Dans beaucoup de cas on peut se débarrasser des mauvaises odeurs en conduisant les gaz dans les foyers au fur et à mesure de leur production.

Quant au bruit, on peut en atténuer l'incommodité, par la fermeture des fenêtres des ateliers, etc. Dans bien des cas cependant, on ne parvient à se mettre réellement à l'abri des inconvénients et des dangers causés par le voisinage des industries qu'en éloignant le plus possible les usines des centres d'habitations. Nous avons déjà fait mention, p. 195, du § 23 de la législation impériale sur l'industrie, qui permet de reléguer dans certains districts déterminés, les usines dont l'établissement est soumis à une autorisation préalable. D'après les règlements actuellement en vigueur (§ 51 de la loi précitée), on ne peut retirer l'autorisation de continuer leur exploitation aux industries déjà existantes que « pour autant qu'il en résulte de graves dangers et inconvénients pour la santé publique » ; par contre, les § 16, 17 et 26 de cette même loi donnent suffisamment de pouvoirs aux autorités pour empêcher l'établissement de nouvelles industries insalubres dans le voisinage des habitations.

III. Mesures propres à assurer le bien-être de l'ouvrier.

L'ouvrier ne doit pas seulement être protégé contre les dangers inhérents à son métier, on doit encore veiller à assurer son bien-être en dehors de l'atelier. C'est à ce but que visent les différentes mesures que nous allons passer en revue.

A. Mesures concernant l'alimentation de l'ouvrier.

Au chapitre de l'alimentation, nous avons indiqué comment doit être composée la nourriture de l'ouvrier. Il y a été dit également que grâce aux sociétés coopératives de consommation, le travailleur peut se procurer des aliments de bonne qualité et à bon marché. Malheureusement, les aliments de l'ouvrier sont souvent mal préparés et manquent de saveur. A ce point de vue,

Cours pratiques de cuisine.

les écoles ménagères avec cours pratiques de cuisine, qui ont été organisées depuis un petit nombre d'années par l'Association allemande pour l'assistance des pauvres et la bienfaisance, sont sans conteste d'une grande utilité publique. Non moins utile est l'institution des « ménages ouvriers » qui, moyennant une faible redevance, procurent la nourriture aux ouvriers au lieu même de leurs occupations; les chefs d'industrie organisent d'habitude ces ménages de manière à couvrir simplement leurs frais. Malheureusement les intentions généreuses des patrons sont souvent suspectées par les ouvriers; ceux-ci s'adressent de préférence aux cuisines ou restaurants populaires (voir p. 128) dans lesquels ils peuvent, moyennant argent comptant, se procurer à leur gré une portion plus ou moins abondante.

Ménages.

Usage des boissons alcooliques.

L'usage de l'alcool constitue pour l'ouvrier une source de grands dangers. Sans nul doute l'ouvrier a besoin d'un excitant qui le stimule pendant la durée de son travail monotone et souvent pénible; c'est pour cela qu'il s'adresse à l'eau-de-vie, qu'il peut toujours se procurer aisément, et qui est à la fois l'excitant le plus énergique et le moins coûteux (Voir p. 171).

Si l'on veut combattre efficacement l'usage de l'eau-de-vie, il faut mettre l'ouvrier en état de se procurer, à l'atelier même, et à bon marché, un autre stimulant; à ce point de vue, l'établissement de débits de café dans les usines est très recommandable. Dans quelques centres industriels, il existe aussi des débits publics de café, où sont aménagées des salles de lecture chauffées l'hiver ; les ouvriers fatigués y trouvent le délassement corporel en même temps qu'un stimulant intellectuel. On a souvent formulé le désir de voir mettre à la disposition de l'ouvrier une bière saine et à bon marché qui lui ferait perdre l'habitude de boire du genièvre. L'idée est excellente, mais elle ne conduit pas toujours au but qu'on poursuit. La bonne bière coûte cher, et l'ouvrier ne se contente pas d'un unique verre de bière pour toute une journée; il dépense plus facilement une partie importante de son salaire en buvant de la bière qu'en buvant de l'eau-de-vie. Il semble donc plus efficace de s'appliquer à préserver le jeune ouvrier de contracter l'habitude des boissons alcooliques. Il faudrait interdire aux ouvriers adolescents l'usage de la bière et de l'eau-de-vie, sur les lieux du

travail. On devrait par contre leur fournir, même gratuitement, du café et du thé.

B. Mesures concernant l'habitation de l'ouvrier.

La première et la plus importante des exigences relatives aux habitations ouvrières, est l'ordre et la propreté. Propreté.

La classe ouvrière, qui vit entassée dans des logements étroits, est naturellement plus exposée aux maladies, et particulièrement aux maladies infectieuses, que le restant de la population. La propreté peut atténuer considérablement ce danger ; malheureusement l'ouvrier n'en a encore que bien peu le sentiment. C'est pendant qu'il est encore enfant que l'on doit s'efforcer d'inculquer au travailleur le goût de la propreté ; plus tard, lorsqu'il sera adulte, il n'y aura plus grand'chose à en espérer sous ce rapport. Voilà pourquoi les bains d'école (p. 42) sont d'une si grande importance au point de vue hygiénique. Grâce à eux, les enfants sont élevés dans l'habitude de la propreté corporelle, et ils apprennent à rougir de porter du linge sale et déchiré. La propreté du corps et des vêtements aura comme corollaire naturel celle de l'habitation. Dans le but de combattre l'extension de la tuberculose, on aura soin de faire connaître très tôt aux enfants le danger que présentent les crachats en tant qu'agents de propagation de cette maladie. Dans l'enseignement des écoles ménagères il sera consacré une large place au chapitre relatif à « l'ordre et à la propreté. »

Les femmes d'ouvriers apprendront à faire de leur modeste demeure, si pauvre qu'elle puisse être, un séjour propre, commode et agréable, afin que leurs maris ne soient pas enclins à la déserter pour passer leurs moments de loisir au cabaret.

L'ouvrier qui veut avoir de quoi vivre conformément aux lois de l'hygiène, ne peut dépenser plus d'un sixième de son salaire pour payer le loyer de sa maison. Le problème à résoudre consiste donc à lui procurer pour cet argent une habitation aussi confortable que possible.

Outre le cabinet d'aisance servant pour une seule, et tout au plus pour deux familles, les maisons ouvrières doivent autant que possible comprendre trois places dont l'une

sert de résidence habituelle, l'autre de chambre à coucher, et la troisième de cuisine. Si le ménage ouvrier comprend plusieurs enfants déjà grands, il devient nécessaire d'avoir des chambres à coucher séparées pour chaque sexe. Autant que possible chaque maison doit, en outre, posséder son vestibule propre et son morceau de jardin. Pour ce qui regarde les autres exigences relatives aux dimensions, à l'éclairage, etc., nous renvoyons à ce qui a été dit au chapitre de l'habitation en général.

Malheureusement les salaires sont parfois si peu élevés, et les loyers si chers, que les ouvriers doivent se contenter d'habitations composées seulement de deux pièces, dont l'une sert alors à la fois de résidence habituelle et de cuisine, tandis que l'autre sert de chambre à coucher. Souvent même, ils en sont réduits à n'avoir qu'une chambre unique pour toute habitation. Malheureusement le côté économique de la question l'emporte ici sur les considérations d'hygiène.

Les chiffres suivants peuvent servir à donner une idée des conditions de l'habitation dans les grandes villes. A Breslau, en 1880, les habitations composées d'une seule chambre susceptible d'être chauffée, formaient les 59 % du chiffre total des logements; les petites habitations en général, c'est-à-dire ayant moins de trois pièces permettant le chauffage, formaient les 80 % de toutes les habitations et abritaient 75 % de la population. A Leipzig, en 1885, 25 % des logements se composaient d'une seule pièce avec accessoires et 26 % se composaient de deux pièces; les deux catégories abritaient 47 % de la population. Le quart des habitants était logé dans des appartements dont les fenêtres donnaient exclusivement sur une cour intérieure. Chacune des chambres des plus petites habitations était occupée en moyenne par 3,92 habitants. Enfin, 1270 familles qui ne disposaient que d'une seule chambre partageaient encore leur réduit avec des logeurs étrangers (Schlafleuten).

Les différentes espèces d'habitations ouvrières. L'établissement de vastes maisons de louage destinées à un grand nombre de ménages ouvriers, n'est pas ce qu'il y a de plus recommandable au point de vue hygiénique; toutefois dans les grandes villes, où le terrain coûte très cher, ce système d'habitations s'impose. Partout où le sol peut être cédé à bon

compte, on fera évidemment mieux de donner la préférence aux petites maisons pourvues d'une cour et d'un jardin.

Les essais qui ont été tentés pour permettre aux ouvriers de se rendre acquéreurs de leur maison en payant des acomptes successifs, n'ont été que partiellement couronnés de succès. Les maisons, destinées à un seul ou à deux ménages, sont généralement trop coûteuses; en outre, la population ouvrière est naturellement flottante; l'ouvrier ne tient souvent pas à posséder une maison en propre qu'il ne pourrait quitter à son gré pour aller à la recherche de salaires élevés. Néanmoins on a obtenu de bons résultats dans les endroits où le terrain se vendait à bas prix, et où les mœurs avaient un caractère assez patriarcal pour que les ouvriers désirassent faire l'acquisition de leur demeure. Maisons séparées.

Pour les habitations ouvrières en masse, on a adopté différents systèmes de bâtisses. Bâtisses en bloc.

En Angleterre, on utilise spécialement le système d'habitations dites en bloc (Blockbau) : autour d'une cour qui comprend les deux tiers de l'espace occupé, s'élèvent de hauts bâtiments renfermant un grand nombre de logements particuliers. Sur la façade intérieure de ces bâtiments, on a aménagé des vérandas d'où descendent dans la cour commune autant d'escaliers en fer qu'il y a de logements.

En Allemagne, on préfère les grandes maisons de louage avec escaliers intérieurs maçonnés. On les rencontre spécialement dans la banlieue des grandes villes.

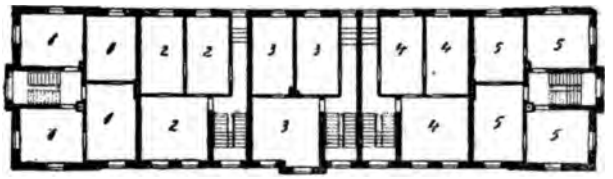


Fig. 97. Plan du rez-de-chaussée d'une maison ouvrière de la colonie de Wilhemsruhe près de Cologne. Les espaces désignés par les mêmes chiffres forment ensemble une habitation.

Les différents systèmes usités pour procurer des habitations aux ouvriers. En cas de pénurie d'habitations, c'est aux chefs d'industrie en premier lieu qu'il incombe de fournir un logement aux ouvriers qu'ils occupent. Par les chefs d'industrie.

Ils le font souvent en construisant des colonies ou cités ouvrières, c'est-à-dire des groupes de maisons reliés les unes aux autres, qui sont louées aux ouvriers pour un prix modique.

Par les ouvriers.

Après l'intervention des patrons, nous avons celle des ouvriers eux-mêmes. Il existe des sociétés de construction composées exclusivement d'ouvriers, qui sont basées sur le principe des Associations reconnues avec responsabilité limitée. Les sociétaires payent hebdomadairement une cotisation minime, environ 40 pfennings, et acquièrent par là le droit d'être rangés parmi les concurrents pour occuper les maisons construites, qui peuvent ensuite devenir leur propriété.

Par des institutions charitables.

Un troisième groupe de maisons ouvrières est érigé par les soins d'institutions charitables. Les loyers sont fixés à un chiffre qui représente un intérêt très peu élevé des capitaux employés. Un certain nombre de maisons sont, en outre, construites par des sociétés philanthropiques (gemeinnützige Baugesellschaften) qui les louent à très bon compte.

Par des sociétés par actions.

Ces différents modes de pourvoir au logement de la classe ouvrière ne réussissent pas encore à satisfaire à tous les besoins. Aussi doit-on souhaiter qu'il se fonde également en Allemagne des sociétés par actions, à bases purement commerciales, qui entreprennent de construire et d'aménager de grandes maisons ouvrières. Les industriels devraient être les premiers à s'intéresser comme actionnaires dans ces entreprises; le taux de l'intérêt ne devrait pas dépasser 4 %.

Quartiers en masse.

Les logements pour célibataires. Les ouvriers non mariés se logent tantôt dans des quartiers séparés, et tantôt dans ce qu'on appelle des quartiers en masse (Massenquartieren). Ceux-ci ressemblent beaucoup à des casernes; ils renferment des dortoirs spacieux, de vastes réfectoires et de grandes salles de jeux. La nourriture et la boisson sont servies aux ouvriers, quand ils le désirent, moyennant une faible rétribution; on y exige de chacun le plus grand ordre et la plus grande propreté. Ces casernes d'ouvriers sont donc à recommander lorsqu'elles répondent pour le reste aux exigences de l'hygiène.

Mais beaucoup d'ouvriers considèrent la règle de la maison comme une chaîne pesante; d'autres ne trouvent point de place

dans ces quartiers; ils se louent alors comme « compagnons de logement » (Schlafbursche, Schlafgänger), c'est-à-dire que, pour une redevance déterminée, ils trouvent dans des habitations d'ouvriers une place pour y passer la nuit et obtiennent en outre la permission de rester dans la famille avant et après les heures de travail. C'est généralement dans les plus pauvres familles que l'on accepte ce genre de logeurs; la demeure, déjà trop étroite, n'en devient que plus insuffisante et l'air respirable s'en trouve davantage altéré. Aux dangers sanitaires viennent, en outre, s'ajouter les inconvénients d'ordre moral. Un certain nombre de communes, appartenant surtout aux centres industriels, ont émis des règlements renfermant les mesures sanitaires les plus indispensables concernant ce genre de logements.

Mesures sanitaires.

D'après ces règlements, les chambres à coucher pour étrangers ne peuvent communiquer directement ni avec la pièce servant de résidence habituelle, ni avec la chambre à coucher de la famille, ni encore avec les cabinets d'aisance; elles doivent être planchéiées, munies d'une porte et d'au moins une fenêtre prenant jour à l'extérieur du bâtiment. Il faut pour chaque personne à loger un espace cubique d'au moins 10 m³; on doit fournir au minimum un lit par deux personnes avec nécessaire de toilette et essuie-mains. Le nombre de logeurs à autoriser est naturellement subordonné à l'étendue de l'espace à occuper. Aucune famille ne peut accepter des logeurs que moyennant une autorisation préalable de l'autorité. Les personnes non mariées, de sexes différents, ne peuvent passer la nuit dans la même chambre.

C. Mesures concernant les enfants des ouvriers.

Un des principaux soucis du travailleur lui vient des soins que réclament ses enfants. Lorsque le père et la mère doivent chercher hors de la maison leurs moyens d'existence, les enfants constituent une lourde charge pour les parents. Ils courent le risque d'être négligés, tant au point de vue moral qu'au point de vue hygiénique. C'est là la raison pour laquelle, dès l'instant où la concentration du travail commença à s'effectuer, on vit des hommes de bien s'intéresser au sort des enfants

de l'ouvrier, et aujourd'hui encore, l'éducation de l'enfance forme l'une des principales préoccupations des sociétés de bienfaisance dans les centres industriels.

1) Les crèches. Ce sont des établissements où les mères apportent, pour y être gardés pendant le jour seulement, ceux de leurs enfants qui n'ont pas encore atteint l'âge de deux ans. Les enfants y reçoivent une nourriture appropriée à leur âge. Malheureusement la mortalité est grande dans les crèches, surtout parmi les enfants à la mamelle; le catarrhe gastro-intestinal y fait de nombreuses victimes, malgré que les mères soient autorisées à venir, quand la chose est possible, allaiter leurs enfants entre les heures de travail. Au point de vue hygiénique, il est à désirer que la plus grande propreté règne dans les crèches; pour l'alimentation des nourrissons, on n'utilisera que du lait stérilisé convenablement étendu d'eau. La surveillance et les soins à donner aux enfants seront confiés à un nombre suffisant de gardiennes parfaitement au courant de leurs fonctions. Les salles devront répondre pleinement aux exigences de l'hygiène; en outre, on instituera un contrôle médical régulier de l'institution.

2) Les écoles gardiennes, les jardins d'enfants sont des institutions auxquelles on confie la garde des enfants qui ont plus de deux ans, mais qui ne sont pas encore en âge d'école; ils y sont nourris, soignés et occupés pendant les heures que les parents sont tenus éloignés de la maison. La nourriture devra y être tout à la fois simple et réconfortante, riche en matières albuminoïdes et appropriée à l'estomac des enfants. Les écoles gardiennes devront être pourvues de dortoirs, de salles de jeux et de réfectoires répondant à toutes les exigences hygiéniques relatives au chauffage, à l'éclairage et à l'aération. Une grande cour pour les jeux avec, si possible, un préau couvert, est de toute nécessité. Malheureusement les conditions hygiéniques d'un certain nombre d'écoles gardiennes et de jardins d'enfants laissent beaucoup à désirer. Un contrôle médical fréquent y est d'autant plus indispensable que ces établissements peuvent, à un moment donné, favoriser singulièrement la propagation des maladies infectieuses. Chaque école gardienne disposera d'une chambre spéciale dans laquelle les enfants malades ou simplement suspects, seront transportés

Danger de propagation des maladies contagieuses.

en attendant qu'ils soient repris par leurs parents. Au moins deux fois par an, les murs devront être badigeonnés au lait de chaux; ils seront, en outre, nettoyés avec soin chaque semaine, et enfin, chaque jour, on les essuyera, de même que le parquet, avec des draps mouillés. Les personnes tuberculeuses ou soupçonnées de l'être, ne pourront être occupées ni dans les crèches ni dans les écoles gardiennes.

3) Les colonies de vacances ou colonies scolaires. Elles rendent surtout service aux enfants de la classe ouvrière. Un certain nombre d'écoliers faibles ou maladifs sont envoyés à la campagne par les soins de sociétés de bienfaisance, et sont logés pour quelques semaines dans des « villas scolaires » sous la surveillance d'un instituteur, ou bien sont répartis chez des particuliers et soignés en famille. Les enfants malades ou maladifs sont envoyés aux eaux. Les enfants les moins faibles peuvent aussi rester à la ville et être conduits chaque jour de leurs vacances à la campagne pour s'y délasser à leur gré en plein air; on leur y fournit, en outre, du pain et du lait. Toutes ces institutions, qui ont reçu en ces dernières années une impulsion considérable, contribuent puissamment au bien-être des enfants, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen et par la comparaison des poids chez ceux qui en ont profité.

4) Asiles d'enfants. Ces asiles ont été fondés pour recueillir les enfants en âge d'école dont les parents sont occupés hors de la maison. Les enfants s'y réunissent entre les heures de classe; ils y jouent et sont conduits à l'air libre; on leur sert en même temps un repas simple et l'on surveille l'exécution de leurs devoirs classiques.

5) Dans les écoles de perfectionnement se donne l'enseignement de l'économie domestique ou des devoirs du ménage et nous avons dit plus haut quelle importance hygiénique a, pour l'ouvrier, semblable enseignement. Dans l'école ménagère instituée à Charlottenburg par Madame *Heyl*, on procure aux jeunes filles les connaissances les plus indispensables pour l'entretien de la maison et des ustensiles de ménage, pour la préparation d'une nourriture simple et rationnelle, pour l'entretien et la confection des vêtements, pour le lessivage, pour les soins à donner au corps sain ou malade, pour les soins à donner aux enfants.

D. Mesures concernant les ouvriers hors d'état de travailler. Assistance publique.

1° Anciennes institutions de bienfaisance. Les institutions bienfaisantes dont nous venons de parler sont dues à l'initiative privée. Dans ces dernières années, le gouvernement de l'empire d'Allemagne a pris un grand nombre de mesures en faveur de la classe ouvrière et a créé des institutions de bienfaisance d'un caractère grandiose et uniques jusqu'ici dans leur genre.

Autrefois, l'ouvrier devenu vieux et invalide ou bien incapable, par suite de maladie ou d'accident, de gagner son pain, avait bien vite épuisé ses petites économies; lui et sa famille devenaient alors des « indigents. » Le soin de ces malheureux incombait tout d'abord aux parents les plus proches jouissant de quelque aisance; si les secours venaient à manquer de ce côté, la commune était obligée d'intervenir. D'après la « loi sur le domicile de secours », le bureau de bienfaisance de la localité où l'indigent possède son domicile de secours était, comme il l'est actuellement encore, dans l'obligation de le secourir. Le domicile de secours est acquis par une résidence de deux ans ; une absence de la même durée entraîne sa perte.

Qui doit secourir.

Domicile de secours.

Les indigents qui ne possèdent pas de domicile de secours (Landarme) sont secourus par les unions de pauvres de districts appelées unions régionales. L'organisation et l'extension de ces unions varie dans les divers Etats de l'empire, mais tout Allemand est considéré comme un « national ». Cette loi, fondée sur le droit de domicile ne s'applique pas à la Bavière. Tout sujet bavarois jouit du droit de citoyen dans une commune quelconque du pays; s'il perd ce droit dans une commune, il le gagne dans une autre et celle-ci est obligée de le secourir (*).

Personnes sans domicile de secours.

Droit de nationalité.

(*) En Belgique, la législation sur l'assistance publique a été révisée en 1891. Trois fois ont été promulguées à la fois le 27 novembre 1891 : une loi sur l'assistance publique, une loi sur l'assistance médicale gratuite, une loi pour la répression du vagabondage et de la mendicité.

Nous transcrivons les art. de la première de ces lois qui nous intéressent le plus :

« Art. 1er. Les secours de la bienfaisance publique sont fournis aux *indigents* par la commune sur le territoire de laquelle ceux-ci se trouvaient au moment où l'assistance devient nécessaire.

Art. 2. Les frais de l'entretien et du traitement des indigents admis dans les hôpitaux et de l'assistance de leur famille, pendant leur séjour à l'hôpital et ceux de l'assistance accordée aux enfants âgés de moins de 16 ans, orphelins de leur père et de

Sous ce régime, l'indigent ne recevait que le strict nécessaire.

Pour se mettre à l'abri du besoin, pour ne pas subir l'humiliation de devoir recevoir l'aumône, les ouvriers d'un certain nombre de corps de métiers n'ont guère tardé à constituer entre eux des associations : les premières furent les associations de mineurs. Associations de mineurs.

Ils créèrent, à l'aide de cotisations, un capital destiné à secourir ceux d'entre eux qui étaient nécessiteux. Mais ces associations n'étant soumises à aucun contrôle, il n'était pas rare de voir survenir des difficultés d'administration; de plus, elles ne s'acquittaient pas toujours d'une manière satisfaisante de leurs obligations. On mit fin à ces inconvénients par la loi du 7 avril 1876 concernant les caisses des pauvres officiellement reconnues. D'après cette loi, ces caisses sont placées sous le contrôle de l'autorité; le droit au secours ne peut être cédé, ni donné en gage, ni saisi. Les statuts locaux peuvent régler la fondation des caisses et l'admission des compagnons, des ouvriers, etc.; de plus il peut être stipulé que les patrons non seulement feront des avances d'argent aux ouvriers pour payer leur cotisation, mais devront en outre intervenir pour la moitié dans celle-ci. Caisses des pauvres reconnues par les autorités.

Les dispositions de cette loi peuvent être considérées

---

leur mère ou de leur père et aux vieillards de plus de 70 ans, sont remboursés à la commune qui y a pourvu lorsque l'indigent secouru a son domicile de secours dans une autre commune ou n'a pas de domicile de secours en Belgique.

Le remboursement est dû, dans le premier cas, par la commune du domicile de secours et, dans le second cas, par l'Etat.

Les frais de l'entretien et du traitement de l'indigent admis dans l'hôpital d'une commune et de l'assistance accordée à sa famille, ne sont remboursables qu'à compter de la onzième journée, lorsque l'indigent habitait cette commune depuis plus d'un mois au moment de son entrée à l'hôpital...

Art. 3. L'individu majeur ou émancipé, né en Belgique, a son domicile de secours, s'il est enfant légitime ou legitimé, dans la commune ou son pere habitait au moment de sa naissance et, s'il est enfant naturel, dans la commune où sa mère habitait au moment de sa naissance. S'il est de nationalité belge et si son père ou sa mere n'habitait pas la Belgique au moment de sa naissance, le lieu où il est né est son domicile de secours...

Art. 5. Le domicile de secours est remplacé par la commune où, depuis sa majorité ou son émancipation, l'indigent a habité en dernier lieu, pendant trois années consécutives. »

L'art. 1er de la loi sur l'assistance médicale gratuite du 27 novembre 1891 est ainsi conçu : « Les communes sont tenues d'assurer les soins médicaux aux indigents qui se trouvent sur leur territoire :

a) soit en organisant un service hospitalier dans leurs établissements de bienfaisance ;

b) soit en traitant avec l'administrateur des hospices d'une ou plusieurs communes du royaume ou, moyennant l'autorisation du Roi, avec les administrateurs d'un ou de plusieurs établissements privés ;

c) soit en organisant un service médical à domicile » (N. des T.).

comme les préliminaires des trois grandes lois suivantes : loi sur l'assurance en cas de maladie du 15 juin 1883 ; loi sur l'assurance contre les accidents du travail du 6 juillet 1884 ; et loi sur l'assurance des invalides et des vieillards du 22 juin 1889.

2° La loi sur l'assurance en cas de maladie oblige à s'assurer les personnes salariées ou jouissant d'un traitement de moins de 2000 mark par an qui sont occupées dans l'industrie, les manufactures et autres professions analogues, ainsi que celles qui se livrent à des travaux d'agriculture et de sylviculture. La loi distingue outre les caisses des pauvres reconnues existant encore, les caisses de malades des associations de mineurs, celles des corps de métier, des ouvriers du bâtiment, des ouvriers de fabriques, des ouvriers d'une localité et celles des communes. Toutes les personnes obligées de s'assurer qui ne sont pas affiliées à l'une des autres caisses, doivent faire partie de la caisse des communes. La caisse communale procure à ses membres, pendant une durée de 13 semaines, les soins médicaux à domicile, les médicaments ainsi que les lunettes, bandages herniaires et autres objets analogues. Lorsque l'ouvrier est dans l'incapacité de gagner sa vie, il reçoit, à partir du troisième jour de maladie, une somme équivalente à la moitié du salaire ordinaire dans la localité ; s'il est soigné dans un hôpital, ce secours lui est retiré ; s'il est marié, la famille continue à en recevoir la moitié. En cas de maladies dont la cause est imputable à l'ouvrier lui-même, l'indemnité ne doit pas être payée.

Caisses locales.

L'ouvrier intervient pour les ⅔ dans les apports à la société, le patron pour le tiers restant.

Il existe des caisses de secours en cas de maladie spécialement destinées aux ouvriers d'une profession ou d'un métier habitant dans une localité déterminée.

On peut instituer des caisses locales pour plusieurs professions à la fois lorsque le nombre des personnes occupées dans chacune de celles-ci est inférieur à 100. Les caisses locales doivent fournir les secours médicaux dans les mêmes conditions que les caisses communales, les soins aux accouchées pendant trois semaines, et une indemnité en cas de décès. Elles peuvent, du reste, prolonger la durée des soins médicaux jusqu'à un an, donner une indemnité de maladie et de décès supérieure à celle des caisses communales, porter à 6 semaines la durée des soins

à donner aux femmes en couches, soigner à domicile les familles des assurés et leur fournir les médicaments. Mais il ne leur est pas permis de secourir les invalides, les veuves et les orphelins. Toutes les caisses d'une localité ou un certain nombre d'entre elles peuvent s'unir pour faire des contrats avec les médecins, les pharmaciens et les hôpitaux. Les patrons doivent avancer à leurs ouvriers leur part de cotisation pour un certain laps de temps et payer eux-mêmes un tiers de cette dernière.

Caisses de fabrique.

Lorsqu'un chef d'industrie occupe plus de 50 personnes, il peut fonder une caisse spéciale ou être obligé de la constituer. Les mêmes règles lui sont applicables qu'aux caisses locales.

Il en est de même des caisses des ouvriers du bâtiment et de celles des corps de métiers.

Les caisses des mineurs et les caisses des pauvres peuvent intervenir en lieu et place de celles dont nous venons de parler, mais dans ce cas, les avantages qu'elles accordent ne peuvent être inférieurs à ceux que donnent les caisses de fabriques et les caisses communales.

3° La loi sur l'assurance contre les accidents a pour but de dédommager dans une certaine mesure des pertes matérielles résultant de blessures ou de décès occasionnés par des accidents.

Cette loi s'applique aux travailleurs occupés dans les fabriques, dans les mines ou industries analogues, dans une grande partie des métiers et à ceux qui vont en mer. Des personnes pour qui l'assurance n'est pas obligatoire peuvent également être admises à bénéficier de ses avantages. Le dédommagement consiste dans le paiement des frais de maladie à partir de la 13e semaine — la caisse de secours en cas de maladie intervenant durant les 13 premières semaines — et dans l'octroi, à dater de cette époque, d'une pension en cas d'incapacité de travail. Cette pension équivaut aux deux tiers du salaire en cas d'incapacité complète et à une partie variable de ce salaire quand l'incapacité est incomplète. En cas de décès, la caisse prend à sa charge les frais des funérailles et secourt les veuves et orphelins.

L'assurance est à charge des associations professionnelles, c'est-à-dire à charge des patrons des industries dangereuses que nous avons indiquées. C'est à eux qu'incombe l'obligation de

réunir les fonds nécessaires pour accorder les indemnités aux ouvriers victimes d'accidents. Ceux-ci ont le droit de se faire représenter par des délégués de leur choix lors des enquêtes sur les accidents et de donner leur avis sur les mesures à prendre pour prévenir ces derniers.

Participation des ouvriers.

Les associations ont le droit de faire des règlements concernant l'organisation des groupes d'assurés et concernant les mesures qu'ils doivent prendre pour éviter les accidents. Les associations professionnelles sont placées sous la haute direction de l'office impérial des assurances qui a son siége à Berlin.

4° La loi sur l'assurance des invalides et des vieillards. La loi précitée met à l'abri du besoin et de l'indigence les personnes qui ont subi des dommages par causes accidentelles; celle dont nous nous occupons concerne les sujets qui sont devenus incapables de gagner leur vie par suite de maladie du corps ou de l'esprit ou en raison de leur grand âge.

L'assurance est obligatoire pour les personnes salariées ou jouissant d'un traitement, les ouvriers de diverses catégories, les domestiques, les employés de commerce et d'industrie qui ne gagnent pas plus de 2000 mark par année et, dans une certaine mesure, pour ceux qui exercent une profession à domicile et pour les petits patrons.

Le patron doit payer, par semaine, pour les ouvriers assurés, 14-30 pfennig suivant les revenus, mais il peut déduire de leurs salaires la moitié de cette somme. Outre cela, le gouvernement de l'empire d'Allemagne garantit un supplément de rente de 50 mark par assuré.

Ont droit à la pension des invalides, les personnes qui sont devenues incapables de travailler, c'est-à-dire qui ne peuvent plus gagner qu'un tiers de leur salaire antérieur, à la condition d'avoir payé la cotisation pendant au moins 5 ans, ainsi que celles qui sont âgées de plus de 70 ans et qui ont été affiliées à la caisse pendant 30 ans.

Traitements médicaux.

Le comité d'assurance a le droit, s'il s'agit d'un individu qui ne tombe pas sous l'application de la loi sur les soins médicaux en cas de maladie, de se charger lui-même de ces soins ou bien de l'adresser à une caisse. Celui qui refuse de se soumettre au traitement perd son droit à la pension si l'incapacité de gagner sa vie peut être attribuée à ce refus.

Ces lois, abstraction faite de leur importance au point de vue social, ont une portée considérable si nous les envisageons sous le rapport de l'hygiène. Les malades et les femmes en couches ont surtout besoin d'un traitement médical convenable et d'une alimentation soignée et appropriée à leur état : la loi sur les caisses de secours en cas de maladie leur procure tout cela.

La deuxième loi contient les prescriptions les plus efficaces pour éviter les accidents : si elle oblige les patrons à intervenir pécuniairement en cas d'accidents, elle leur donne, d'autre part, le droit de faire des règlements pour la protection de l'ouvrier et d'obliger celui-ci à se soumettre à toutes les prescriptions reconnues efficaces pour assurer son bien-être.

Les conséquences de cette loi ont été considérables : on a pu le voir lors de l'exposition nationale à Berlin où tout était réuni pour faire connaître aux patrons et aux ouvriers les institutions et les mesures hygiéniques applicables aux diverses industries.

L'assurance des invalides et des vieillards délivre le travailleur des soucis de son avenir. Autrefois l'ouvrier était menacé de subir l'humiliation de tomber à charge à la commune en cas d'incapacité de travail ; il s'efforçait de faire quelques économies pour échapper à ce triste sort. Aujourd'hui il s'est acquis un droit à la pension et, à la place du bureau de bienfaisance avec ses défectuosités, s'est établie l'assurance avec ses institutions bien supérieures et bien plus efficaces. La pauvreté est la pire ennemie de l'hygiène; celle-ci ne peut exercer son influence que quand la lutte pour les besoins les plus pressants de l'existence est supprimée et la plus hideuse des misères, celle de l'invalide et du vieillard,a disparu des classes populaires grâce à cette importante loi.

Des maladies infectieuses.

I. Des germes infectieux et de leur transmission.

A. Propriétés générales et culture des bactéries.

Depuis longtemps déjà, on soupçonnait l'existence dans les maladies infectieuses, d'un contage animé, mais c'est seulement dans ces dernières dizaines d'années que l'on a acquis des données exactes sur la nature de ce contage. Actuellement on sait que, dans un très grand nombre d'affections de cette espèce, les germes sont constitués par des bactéries.

Robert Koch s'est tout particulièrement signalé dans l'étude de l'étiologie des maladies infectieuses. Ses travaux ont ouvert la voie et ont servi de base pour les recherches sur ce sujet (*).

Les bactéries sont de très petites cellules de nature végétale formées d'une enveloppe et d'un contenu. Elles se multiplient par division; si les cellules nouvelles provenant de cette division restent réunies, il se produit des agrégats sous l'aspect d'amas, de filaments, de chaînettes.

L'existence d'un noyau dans les cellules bactériennes est encore discutée.

(*) Rappelons ici que l'impulsion à l'étude des microorganismes a été donnée surtout par les travaux mémorables de *Pasteur* sur les fermentations, sur la generation spontanée, sur les maladies des vers à soie, etc. Le terrain était ainsi préparé pour les recherches sur les maladies infectieuses proprement dites; la voie était indiquée pour marcher aux brillantes découvertes dont une part si belle devait revenir, entre autres, à *R. Koch* (N. des T.).

Le meilleur moyen de mettre en évidence les microorganismes consiste à les examiner, après coloration, à l'aide d'un microscope muni d'un objectif à immersion et d'un appareil d'éclairage d'*Abbe*. Les bactéries possèdent la propriété de se colorer d'une manière très intense par les couleurs d'aniline et, à l'encontre des tissus, de résister énergiquement aux moyens de décoloration. Mode d'examen.

On divise les microorganismes, d'après leur forme, en trois grands groupes : Classification.

Les coccus sont de petits corps de forme arrondie. Quand ils se divisent suivant un seul plan toujours le même, et qu'ils restent unis, ils donnent naissance à des coccus en chaînettes ou streptocoques. Si le plan de division varie, il en résulte des amas ou staphylocoques. Quand la division s'opère suivant deux plans perpendiculaires, il se produit 4 cellules nouvelles qui forment ce qu'on appelle des méristes; enfin si elle se fait suivant trois plans perpendiculaires entre eux, elle donne naissance à 8 cellules nouvelles constituant les sarcines.

Les bâtonnets ou bacilles sont plus longs que larges.

Les microorganismes incurvés, les spirilles, sont non seulement incurvés suivant un plan, mais encore tordus sur leur axe.

Outre ces trois groupes principaux, il existe des groupes intermédiaires : ainsi entre les coccus et les bacilles il y a les bactéries au sens étroit du mot; entre les spirilles et les bacilles, les vibrions, c'est-à-dire des bâtonnets très légèrement incurvés.

Cette classification basée sur des différences de forme offre naturellement quelque chose de défectueux; ainsi les changements d'aspect produits par la multiplication apportent déjà une certaine confusion. En outre, les bactéries modifient leur forme dans une certaine mesure, suivant les influences extérieures; un même microorganisme peut présenter l'aspect de bâtonnet long, de bâtonnet court et même de coccus, tout en revenant toujours, dans des circonstances appropriées, à sa forme originaire. Enfin, quand les bactéries se trouvent dans des conditions défavorables, quand elles vieillissent, il apparaît fréquemment des formes d'involution ou de dégénérescence. Changement de forme.

Mobilité. Un certain nombre de bactéries peuvent, grâce à la présence de cils qui les recouvrent, se déplacer dans les milieux nutritifs liquides. Dans certaines circonstances, elles perdent momentanément cette propriété.

Nutrition. A part un petit nombre d'espèces, les microorganismes ne se développent que dans des milieux faiblement alcalins ou neutres.

Ils empruntent leurs matériaux nutritifs, de préférence, aux composés organiques.

Spores. Un assez bon nombre de bactéries donnent naissance à des formes persistantes ou spores. Celles-ci résultent tantôt de la condensation d'une partie du protoplasme de la cellule (sporulation endogène), tantôt de la transformation d'un organisme entier, de tout un membre de la colonie, et on les appelle alors arthrospores.

Les spores se caractérisent par leur faible aptitude à prendre les matières colorantes et par leur grande résistance aux influences nuisibles.

Parmi les bactéries dépourvues de spores, les unes sont très vivaces, tandis que d'autres succombent rapidement quand elles se trouvent dans des conditions défavorables.

Action de la température. Certaines espèces de bactéries se développent déjà à environ 5°C., d'autres seulement à 50°; une température d'environ 20° convient à la plupart; quelques-unes, parmi lesquelles nous rencontrons plusieurs germes de maladies, exigent la température de la couveuse (37°C.). Les bacilles qui ne forment pas de spores succombent à une température de 60° à 90°C. Les spores des microorganismes pathogènes sont tuées en 15 minutes à 100°, quand elles sont maintenues humides, tandis qu'à l'état sec, elles peuvent supporter une température de 130°.

Culture. Culture. Lorsqu'on veut étudier les propriétés biologiques et l'action d'une espèce bactérienne, il faut commencer par l'isoler de toutes les autres, c'est-à-dire en obtenir une culture pure. Quand on y est parvenu, on colore les organismes pour observer leurs dimensions et leur forme; la culture en goutte pendante permet de reconnaître leur mobilité; la culture sur des substrata très variés, montrera leur action sur les milieux dépourvus de vie et l'expérimentation sur les animaux, leur action sur les milieux vivants.

Pour obtenir une culture pure, il existe un moyen infaillible : partir d'un germe unique et le cultiver. Pour cela, on mélange la substance qui contient les microorganismes avec de l'eau stérilisée de telle façon que chaque portion de 2 à 10 centimètres cubes du liquide ne contienne pas plus d'un germe. Si on introduit, à l'aide d'une pipette stérilisée, un centimètre cube de ce mélange dans des tubes contenant un milieu de culture liquide, un certain nombre de ces derniers demeureront stériles; quant aux autres, il est à présumer que les bactéries qui s'y développent proviennent d'un seul germe. Cela n'est cependant pas toujours exact : par suite d'une répartition inégale, il peut arriver parfois que deux bactéries et plus se rencontrent dans un seul et même centimètre cube. Ce procédé primitif est compliqué, mais, employé avec un peu de précautions, il donne de bons résultats. Culture pure a) dans des milieux liquides.

La seconde méthode, aujourd'hui presqu'exclusivement usitée, consiste à porter la substance contenant les microorganismes, soit directement, soit après dilution convenable avec un liquide stérilisé, dans un milieu de culture solide ou solidifiable. Les diverses bactéries se développent isolément au point où elles se sont fixées, et chacune d'elles donne naissance à une colonie. b) dans des milieux solides et transparents.

Les diverses espèces de bactéries présentent souvent des différences tout à fait caractéristiques dans l'aspect de leurs colonies. On les étudie facilement quand le milieu de culture est transparent.

Quand on laisse reposer du sang, il se produit un caillot et il reste du sérum; celui-ci se coagule à 68-70° C. sans perdre sa transparence : sous cette forme, il constitue un excellent milieu de culture convenant à la plupart des bactéries. Préparation du serum sanguin.

On prépare un bouillon dans lequel le plus grand nombre des espèces bactériennes se développent bien, en faisant macérer pendant 24 heures 500 gr. de viande finement hachée dans un litre d'eau; on ajoute ensuite au suc exprimé de cette masse 1 % de peptone, 0,5 % de chlorure de sodium et 1 % de sucre de raisin et on porte enfin à l'ébullition. Par l'addition à ce bouillon de 5 à 10 % de gélatine, on obtient, après neutralisation exacte à l'aide du carbonate de soude, ce qu'on appelle Gélatine nutritive.

la gélatine nutritive; ce milieu de culture reste liquide jusqu'à 23° C., mais à une température plus basse il se solidifie.

Lorsque l'on « ensemence » un produit contenant des microorganismes dans de la gélatine nutritive liquéfiée contenue dans un tube à réaction, et qu'on verse ensuite cette gélatine ensemencée et liquide sur une plaque de verre où elle se solidifie par refroidissement, on obtient une couche mince de milieu nutritif; celle-ci permet l'examen direct au microscope, à un grossissement de 100, des colonies qui viennent à s'y développer. Ces colonies représentent, dans la plupart des cas, une « culture pure » ou bien elles servent de point de départ pour cultiver à l'état de pureté un microorganisme. Afin qu'il n'y ait pas un trop grand nombre de colonies sur une plaque, on prélève du premier tube ensemencé, de petites quantités de gélatine que l'on ajoute à de nouveaux tubes (dilutions); ces derniers servent également à faire des « cultures sur plaques ».

Tubes roulés.

Au lieu de verser le contenu d'un tube sur des plaques de verre, on peut aussi l'étendre sur la surface interne du tube même en imprimant à celui-ci un mouvement de rotation sur son axe longitudinal, jusqu'à ce que la gélatine soit solidifiée : on obtient ainsi des « plaques roulées » (méthode des tubes roulés).

Lorsqu'on veut faire des cultures à la température d'incubation (37°), on ajoute au bouillon, au lieu de 5 à 10 % de gélatine, 1 à 2 % d'agar. L'« agar nutritif » ainsi obtenu, est transparent, devient liquide à environ 90° et se solidifie vers 40°. Les pommes de terre cuites et coupées en tranches à l'aide d'un couteau stérilisé, constituent également un bon milieu nutritif pour maintes espèces bactériennes.

Bactéries anaérobies.

La plupart des microorganismes ont besoin, pour se développer, de l'oxygène libre — bactéries aérobies —; d'autres peuvent s'en passer — anaérobies facultatifs —; d'autres enfin ne croissent qu'en l'absence de ce gaz — anaérobies obligés —.

Leur culture.

Pour cultiver les microorganismes anaérobies obligés, on les ensemence sur des plaques de gélatine nutritive que l'on met sous une cloche. On chasse l'oxygène en faisant arriver sous cette cloche de l'hydrogène, puis on en absorbe la dernière trace à l'aide d'acide pyrogallique et d'un alcali, et enfin on ferme hermétiquement. On peut également se servir de tubes

roulés munis d'un bouchon en caoutchouc, portant deux ouvertures destinées à recevoir chacune un tube en verre dont l'un descend jusqu'au fond, et dont l'autre ne dépasse pas la face inférieure du bouchon; après avoir substitué de l'hydrogène à l'air, on les obture à la flamme.

On arrive encore plus simplement au but de la façon suivante : on remplit des tubes à réaction aux 3/4 avec de la gélatine ou de l'agar; on les soumet à l'ébullition, puis on les fait refroidir rapidement et on les ensemence; dans ces conditions, il n'y a que dans les parties supérieures du milieu nutritif, qu'il pénètre quelque peu d'air; la partie inférieure, la plus considérable, en demeure dépourvue et les anaérobies s'y développent. Pour atteindre les colonies, on coupe le tube.

Robert Koch a eu le grand mérite de généraliser l'emploi de la méthode de culture sur milieux solides et transparents et de la perfectionner considérablement. Grâce à cette méthode, il est parvenu à tracer une voie toute nouvelle pour l'étude des maladies infectieuses et à substituer aux spéculations et aux hypothèses, des données scientifiques.

B. Action des saprophytes.

On distingue les bactéries qui vivent sur des substances mortes — saprophytes — et celles qui se développent dans le corps des êtres vivants — parasites —. Les microorganismes qui croissent aussi bien sur la matière morte que sur la matière vivante sont appelés parasites facultatifs.

Les saprophytes agissent de façons variées sur leurs substances nutritives : ils les décomposent et les transforment en substances nouvelles.

Certaines espèces possèdent la propriété très remarquable de donner naissance à des matières colorantes : telles sont le micrococcus prodigiosus, les bac. luteus, pyocyaneus, violaceus, etc. Les matières colorantes n'apparaissent pas sur tous les milieux nutritifs, et maintes espèces bactériennes produisent seulement une substance chromogène, la matière colorante proprement dite ne se développant qu'en présence de l'oxygène. Matières colorantes

La production de ferments constitue un résultat plus important du développement des saprophytes. La liquéfaction de la Ferments.

gélatine nutritive, que tant de microorganismes déterminent, est due à l'excrétion d'un ferment dissolvant de la gélatine. Certaines bactéries donnent naissance à un ferment dissolvant de la fibrine en présence de l'albumine, tandis qu'elles ne le produisent pas dans les solutions nutritives salées additionnées de sucre.

D'autres microorganismes fabriquent des ferments diastasiques, c'est-à-dire doués de la propriété de transformer l'amidon en sucre. Tels sont les microbes du charbon, du choléra, de la suppuration, de la morve, etc.

D'autres encore produisent un ferment qui transforme les corps du groupe du sucre de canne en glucose. La production d'acides dans le lait et le beurre, la transformation de l'alcool en acide acétique, de la cellulose en hydrocarbures et en eau et maintes autres réactions, sont également déterminées par des bactéries.

La putréfaction ne peut se faire sans bactéries, qu'il s'agisse des phénomènes de réduction s'opérant en l'absence d'oxygène (Faulniss des Allemands ou putridité dans le sens étroit du mot), ou des phénomènes d'oxydation (Verwesung) (*).

Ptomaïnes et toxines. Parmi les substances qui se produisent aux dépens des matières albuminoïdes par l'action des microorganismes, il en est quelques-unes qui possèdent des propriétés toxiques : on les désigne sous le nom de toxines (*Brieger*), pour les distinguer des ptomaïnes non toxiques qui prennent naissance lors de la décomposition cadavérique. Ces composés, analogues aux alcaloïdes, sont des bases appartenant, pour la plupart, à la série des corps gras et, en partie, à la série aromatique. On a retiré de la chair putréfiée des mammifères et des poissons, des substances non toxiques comme la putrescéine, la cadavérine, la neuridine et des substances toxiques comme la méthylguanidine, la neurine, la muscarine, la mydaléine, la tétanine, etc.

(*) Dans la vaste concurrence et la succession variée des microorganismes qui opèrent la putréfaction, il importe de distinguer les aérobies et les anaérobies et par suite la putréfaction qui se fait à l'aide de l'oxygène de celle qui a lieu sans oxygène. La première est une oxydation rapide et complète des substances putrescibles s'accomplissant d'ordinaire sans odeur (les Allemands l'appellent Verwesung ou destruction, de verwesen, cesser d'être); l'autre est une réduction, une métamorphose lente, dans laquelle la décomposition de l'albumine a lieu par la conversion des oxacides en acides gras, des nitrates en nitrites, des sulfates en sulfures, ainsi de suite, d'où les émanations odorantes. C'est la putréfaction à laquelle se rattache le plus étroitement l'idée de putridité (Faulniss des Allemands) (*Arnould. Nouv. Eléments d'hygiène*, 2e éd., p. 475) (*N. des T.*).

Brieger, à qui nous devons principalement nos connaissances sur ce sujet, a vu se produire des ptomaïnes et des toxines, aussi bien sous l'influence du mélange des bactéries de la putréfaction, que sous l'action de cultures pures de ces bactéries; il a isolé la putrescéine et la cadavérine des cultures du bacille du choléra, la méthylguanidine des cultures du même microbe ainsi que de celles du bacille de *Finkler-Prior*, la tétanine des cultures du bacille du tétanos. Des bactéries tant pathogènes que saprophytes peuvent donc déterminer la production de substances non toxiques et de substances toxiques.

Il est rare que les poisons sécrétés par les saprophytes pénètrent en assez grande quantité dans l'économie pour déterminer un empoisonnement.

Un certain nombre des affections connues sous le nom d'empoisonnement par des saucisses, par de la viande, par des fromages, par du lait, par des glaces, sont dues à l'ingestion de grandes quantités de poisons tout élaborés; ceux-ci font éclater la maladie en un court espace de temps et peuvent même entraîner la mort.

C. Action des parasites.

Toutes les bactéries qui vivent ou se multiplient dans l'intérieur d'un organisme vivant, ne sont pas nuisibles; la présence d'un grand nombre de microbes dans l'intestin et dans la cavité buccale en est la preuve.

Rapport de causalité entre une maladie et les bactéries.

Pour qu'un microorganisme puisse être considéré comme la cause d'une maladie, il faut qu'il existe constamment chez les sujets atteints de cette affection et que les symptômes observés puissent s'expliquer par la quantité, par la répartition de ces microorganismes ou par les poisons qu'ils produisent. On exigeait, en outre, autrefois, que le microorganisme incriminé ne se rencontrât dans aucune autre maladie, mais on a dû renoncer à cette condition; on sait en effet aujourd'hui que, suivant l'organe qu'il atteint, un même microorganisme peut donner naissance à des manifestations morbides différentes.

La preuve certaine du rapport de causalité entre des bactéries et une affection donnée, sera fournie par la reproduction de l'affection au moyen de l'inoculation de cultures

pures. Malheureusement cette démonstration n'est pas toujours possible, parce que certaines maladies ne sont pas transmissibles aux animaux. Ainsi, on ne parvient pas à communiquer un typhus abdominal typique aux animaux.

On donne aux parasites qui exercent une influence nuisible le nom de bactéries infectieuses ou pathogènes. Introduites en petit nombre dans l'économie, elles ont la propriété de s'y multiplier. Il se passe toujours entre le moment de leur introduction et l'éclosion de la maladie, un certain temps, qu'on appelle stade d'incubation, pendant lequel les germes se multiplient et commencent à développer leurs effets nocifs.

Troubles mécaniques

On pourrait se représenter les effets nuisibles des bactéries, comme des altérations d'ordre mécanique : ces organismes détermineraient par leur accumulation, des étranglements, des déchirures, des hémorragies, des troubles fonctionnels. Il existe maintes maladies infectieuses, par exemple le charbon, qui présentent des lésions de nature à appuyer cette opinion. Il faut dire cependant que la mort arrive toujours avant que les altérations de ce genre soient développées au point de menacer, par elles-mêmes, l'existence.

Substances nécessaires à l'existence.

On pourrait supposer également que les bactéries infectieuses enlèvent au corps humain, certains éléments indispensables à la conservation de la vie. Toutefois, jusqu'à ce jour, on ne connaît pas de substances possédant une telle importance et qui seraient consommées avec prédilection par les microorganismes pathogènes.

Il ne reste donc d'autre interprétation de la genèse d'une maladie que la production, dans l'organisme vivant, de substances toxiques sous l'influence des bactéries pathogènes. Certaines espèces bactériennes donnent naissance aux toxines dont il a déjà été question. Des inoculations aux animaux de ces poisons produits par des bactéries pathogènes sur des milieux de culture artificiels, ont donné lieu à un complexus de symptômes concordant plus ou moins avec le tableau de la maladie déterminée par ces bactéries elles-mêmes. Toutefois, il n'est pas rare qu'une toxine ainsi trouvée, soit dépourvue de propriétés en rapport avec la gravité de la maladie.

Toxines.

De plus, on a été frappé de ne pas réussir à déceler ces

toxines chez quelques microorganismes pathogènes, et on en a conclu naturellement, qu'il pourrait exister encore des substances toxiques d'une autre nature. *Brieger* et *Fränkel* en ont, en effet, découvert quelques-unes qu'on a appelées toxalbumines. Comme leur nom l'indique, ces substances sont des composés qui rentrent dans la catégorie des albumines; mais ce ne sont ni des enzymes ni des ferments. Toxalbumines.

Ces toxalbumines s'obtiennent de la manière suivante : on commence par débarrasser le liquide de culture des bactéries qu'il contient, au moyen de la filtration. Le liquide filtré est concentré dans le vide à une température de 30° C. — des températures plus élevées paraissent entraîner la destruction des poisons — puis versé dans de l'alcool absolu; il se forme un précipité que l'on recueille sur un filtre; on le lave et l'on finit par obtenir une masse blanche, légère, amorphe dont les réactions indiquent nettement la nature albuminoïde. Se produit-il encore en dehors des toxalbumines, toxopeptones et toxines, d'autres substances toxiques plus ou moins actives? On l'ignore.

Il est démontré, pour la tuberculose et le choléra, que la majeure partie du poison se trouve, non pas dans les milieux de culture, mais dans la substance même des bacilles. Les albumines toxiques ne sont donc pas des produits de désassimilation des microorganismes, dans le sens ordinaire du mot; elles font partie du protoplasme constitutif de ces organismes.

Il importe de faire remarquer qu'à la suite de l'introduction de toxalbumines et de toxines dans l'économie, il peut s'écouler un temps assez long, des jours et même des mois, avant que la maladie ne devienne manifeste.

Les produits fabriqués par les bactéries dépendent, d'une part, du milieu nutritif, et d'autre part, de l'espèce et de l'activité fonctionnelle des microorganismes. Cette dernière varie. Depuis longtemps, on distingue des épidémies graves et des épidémies légères et on admet avec raison, que cette gravité variable dépend des degrés différents de virulence des germes. Variabilité d'énergie.

Lorsqu'on cultive des bactéries pathogènes sur des milieux nutritifs artificiels, il n'est pas rare de voir, au bout d'un certain temps, leur pouvoir pathogène diminuer. Les poisons Diminution du pouvoir pathogène.

retirés de ces cultures « naturellement atténuées » sont devenus moins actifs. *Fränkel* et *Brieger* ont pu démontrer que dans les cultures atténuées des bacilles de la diphtérie, il se produit une substance indifférente à la place de la toxalbumine dont la quantité va toujours en diminuant.

Cette modification de la fonction chimique s'observe également chez les saprophytes : on peut, par exemple, enlever au bacilus butyricus le pouvoir de produire de l'acide butyrique, au bacterium coli commune la faculté de faire fermenter le sucre, etc.

Accroissement du pouvoir pathogène.

Si l'énergie fonctionnelle des bactéries est susceptible de diminuer, elle ne peut pas, au même degré, subir un accroissement.

Jusqu'à ce jour, on n'est parvenu à accroître réellement le pouvoir pathogène de certaines espèces de microorganismes, que par l'inoculation d'animal à animal. On est bien arrivé, au moyen de la culture dans les milieux appropriés, à rendre à un microorganisme atténué sa virulence primitive, mais on n'a point réussi jusqu'ici, à accroître réellement cette dernière.

La variabilité de l'activité fonctionnelle n'est pas une raison pour nier la spécificité des microorganismes ; cette activité constitue une propriété qui se modifie avec les circonstances, et qui oscille autour d'une moyenne.

D. Prédisposition et immunité.

Action des germes infectieux sur des espèces différentes d'animaux.

Lorsqu'une maladie se montre transmissible, il y a à faire, dans la manifestation de cette propriété, des distinctions importantes. Des races d'animaux très voisines, des variétés d'une race, se comportent différemment vis à vis d'un même germe morbifique.

D'après les travaux de *Koch*, les souris des maisons contractent la septicémie des souris, tandis que les souris des champs y sont absolument réfractaires. Le micrococcus tetragenus tue sûrement les souris blanches, tandis qu'il ne tue que rarement les souris des maisons et des champs. Les moutons français et les moutons algériens offrent une différence analogue de réceptivité vis à vis du charbon. Pour qu'une maladie infectieuse puisse se développer, il faut qu'il existe une certaine

prédisposition à contracter cette maladie. Quand un être vivant n'a pas cette prédisposition, on dit qu'il est doué de l'immunité vis à vis de l'affection envisagée.

On distingue l'immunité et la prédisposition de race, l'immunité et la prédisposition individuelles. On dit d'une classe d'animaux qu'elle possède une grande prédisposition lorsque l'introduction des microorganismes pathogènes détermine régulièrement chez elle une infection très grave et conduisant toujours ou habituellement à la mort. Immunité et prédisposition de race.

La « prédisposition individuelle » ne peut exister que dans une race qui ne possède ni l'immunité absolue, ni un très haut degré de prédisposition. Chez les animaux de cette catégorie, un essai de transmission ne réussit pas toujours, et un sujet chez qui l'infection se développe n'est pas nécessairement atteint gravement ou mortellement : la guérison s'opère, au contraire, dans un grand nombre de cas. Si l'on inocule le charbon à une souris blanche, elle devient sûrement malade et, au bout de 3 à 4 jours au maximum, elle meurt. Si le même germe morbifique s'implante chez l'homme, il pourra également entraîner rapidement la mort; souvent cependant l'affection reste locale : il se produit une pustule charbonneuse qui tend naturellement vers la guérison. Chez la souris on ne peut pas parler de prédisposition individuelle : celle-ci existe au contraire chez l'homme. Immunité et prédisposition individuelles.

On n'a pas encore établi d'une manière certaine en quoi consiste la prédisposition. On peut admettre que la réceptivité ou la non-réceptivité reconnaissent des causes d'ordre biochimique. *Behring* a montré que les rats blancs, dont le serum sanguin est très alcalin, possèdent un certain degré d'immunité vis à vis de l'inoculation du charbon ; vient-on à diminuer cette alcalinité par une alimentation appropriée, les bacilles se développent dans le sang. Dans ce cas, c'est un corps basique qui doit être la cause de l'immunité. Cause de la prédisposition : 1° Réaction.

D'un autre côté, on peut se représenter les sucs du corps, comme un milieu de culture de mauvaise qualité, non assimilable pour les bactéries qui y sont introduites; elles s'y conservent un certain temps jusqu'à ce que, petit à petit, elles succombent par défaut d'éléments nutritifs. Cette interprétation peut être admise pour certains cas isolés d'immunité naturelle, mais elle ne saurait être d'une application générale. 2° Milieu nutritif mauvais.

3° Substance bactéricide. D'après une troisième opinion, les sucs du corps représentent pour les bactéries, un poison qui les tue rapidement.

Un grand nombre d'observateurs ont démontré que le sérum sanguin et les composés albuminoïdes (*Buchner*) qu'il contient, possèdent un pouvoir bactéricide; c'est là un fait indiscutable. Mais sur quoi repose ce pouvoir? Quelle différence y a-t-il entre le sang d'un animal qui possède l'immunité et celui d'un animal qui n'en jouit pas? Ici nous manquons de données. *Hankin* admet que tout animal renferme dans son sang une substance de nature protéique, sa « globuline cellulaire ». Quand cette substance est abondante il y aurait immunité, quand elle n'existe qu'en petite quantité il y aurait prédisposition. La proportion de ce corps albuminoïde contenue dans le sang d'un animal pourrait du reste varier.

Les substances qui déterminent l'immunité, quelle que soit leur nature, existent-elles préformées dans l'organisme, ou bien ne s'y développent-elles que sous l'influence de l'irritation produite par les microorganismes? On l'ignore.

Une fonction des sucs du corps sans intervention des cellules ne se conçoit pas : la constitution et les propriétés des sucs et par suite la prédisposition dépendent, en effet, de la constitution et des propriétés des cellules, de leur vie et de leurs caractères chimiques.

4° Phagocytose. *Metchnikoff* a cherché à expliquer l'immunité et la prédisposition d'une autre manière. Il remarqua, en inoculant le charbon à des animaux jouissant de l'immunité vis-à-vis de cette maladie, que les leucocytes s'accumulent à l'endroit de l'inoculation et s'emparent des bactéries qu'on retrouve dans leur propre substance. Il donna aux cellules qui incorporent les bacilles le nom de phagocytes et sa théorie fut appelée la théorie de la phagocytose.

Cette théorie a fait l'objet des recherches de beaucoup d'observateurs; tenant compte du pour et du contre, voici, nous semble-t-il, comment on peut se représenter l'état de la question :

On objecte surtout que les leucocytes ne s'emparent pas des bactéries jouissant de toute leur énergie vitale, mais seulement de celles qui sont mortes ou tout au moins malades; les microorganismes trouveraient la mort dans les sucs du corps qui ne leur sont pas appropriés et les leucocytes leur serviraient en

quelque sorte de sépulture. Ce qui est certain, dans tous les cas, c'est qu'une grande quantité de bactéries succombent dans le sang ou dans les humeurs des animaux réfractaires, sans être dévorées par les leucocytes.

D'un autre côté, *Metchnikoff* et d'autres ont démontré d'une façon tout aussi indubitable, que les bacilles vivants eux-mêmes sont absorbés par les leucocytes. De plus, *Metchnikoff* a prouvé qu'un certain nombre d'entre eux succombent rapidement à l'intérieur des cellules; d'autres microorganismes ou pour mieux dire d'autres espèces y conservent leur vitalité et même se multiplient, tels sont, par exemple, les gonocoques, les bacilles de la septicémie des souris, de la morve, etc.

La phagocytose n'intervient donc pas d'une manière constante dans la genèse de l'immunité, mais chez certaines catégories d'animaux et dans des maladies déterminées, elle joue un certain rôle.

Ribbert explique d'une autre façon le mode d'action des leucocytes; d'après cet auteur, les bactéries introduites dans l'organisme seraient entourées par les globules blancs qui leur constitueraient une sorte de prison où elles succomberaient.

L'accumulation de leucocytes autour de certaines espèces déterminées de bactéries est un phénomène chimiotaxique : des substances chimiques produites par ces bactéries ou résultant de leur destruction, constituent pour les leucocytes un centre d'attraction vers lequel ils se dirigent d'eux-mêmes. Ce qui le démontre, c'est l'accumulation considérable de leucocytes qui se produit quand on injecte des extraits de bactéries dépourvus de germes. D'après *Bouchard*, la leucocytose n'est possible que si les substances produites par les bactéries agissent en même temps sur la paroi des vaisseaux, de façon à faciliter la diapédèse.

Que l'immunité soit due à l'absorption des bactéries par les cellules et à leur destruction à l'intérieur de celles-ci, ou bien à un manque de matériaux nutritifs assimilables, ou bien à une propriété toxique du corps pour ces bactéries, en fin de compte, ce sont toujours des substances chimiques produites par les cellules, et peut-être fixées dans celles-ci (n'agissant que dans la zone du territoire cellulaire) qui mettent obstacle à l'infection.

Il n'est donc pas nécessaire de supposer des différences

chimiques considérables entre les humeurs et les cellules des animaux qui jouissent de l'immunité et celles des animaux qui possèdent la prédisposition. Tout porte plutôt à croire que la prédisposition individuelle ou l'immunité est liée à de minimes variations ou modifications dans l'état du sujet qui subit l'infection, ou bien dans l'état des microorganismes qui la déterminent.

E. Variabilité de la prédisposition.

Age. Accroissement de la prédisposition. L'âge est un premier facteur qui exerce une grande influence sur la réceptivité. En règle générale, les sujets jeunes sont plus exposés à contracter les maladies infectieuses que les individus âgés. La scarlatine et la diphtérie en sont des exemples frappants.

Constitution. Ce que nous venons de dire de l'âge, s'applique également, sous beaucoup de rapports, à la constitution. Les personnes robustes sont généralement moins prédisposées, plus résistantes que celles qui sont faibles, malades ou convalescentes.

Des expériences sur des animaux ont, en outre, démontré que le surmenage, la faim peuvent augmenter considérablement la prédisposition, qu'un refroidissement et un échauffement sont susceptibles de devenir cause déterminante de l'invasion des germes d'une maladie infectieuse.

Préparations chimiques. On peut encore exercer une influence sur la réceptivité, en introduisant dans l'économie des substances chimiques. Nous avons déjà signalé les essais de *Behring*. En nourrissant des souris blanches avec de la phloridzine, *Léo* a pu leur donner la réceptivité pour la morve, maladie à laquelle elles sont réfractaires dans les conditions habituelles. *Bujwid* a déterminé de la suppuration en injectant sous la peau, en même temps que des staphylocoques une solution de sucre, alors que sans cet artifice, ces microbes ne la provoquaient pas. *Arloing* a montré que le microorganisme du charbon symptomatique tue presque toujours les animaux quand il est introduit en même temps que de l'acide lactique.

La prédisposition n'est donc pas une chose invariable : elle peut être augmentée ; elle peut également être diminuée.

Diminution de la prédisposition. Le fait le plus frappant est la diminution ou l'extinction de la prédisposition

à contracter certaines maladies que produit une première atteinte de celles-ci. Il est rare, par exemple, que quelqu'un subisse une deuxième fois l'infection variolique; une première atteinte de rougeole, de scarlatine, de typhus exanthématique préserve également de ces maladies. Il en est, par contre, tout autrement pour certaines autres : ainsi, quand on a eu la malaria, on est plus exposé à en être atteint dans la suite. Atteinte antérieure de la maladie.

Suivant la voie indiquée par la nature, on a provoqué autrefois une variole relativement légère au cours d'épidémies bénignes de variole en inoculant, dans une incision superficielle, une petite quantité de matière virulente : on cherchait ainsi à mettre, pour la suite, à l'abri d'infections varioliques spontanées graves. Il est à remarquer que dans ces cas où l'on se sert de matières douées de leur entière virulence, non seulement le genre d'inoculation mais encore l'endroit où celle-ci est pratiquée a une grande importance. Ainsi, on préserve les jeunes bovidés du charbon symptomatique en leur inoculant les bacilles virulents dans la queue; le tissu connectif très dense dans cette région empêche le développement des microbes, et la maladie locale ainsi produite, met à l'abri d'une infection générale. Inoculation: de matières possédant toute leur virulence,

Pasteur le premier est entré dans une autre voie. Il commença par enlever aux bactéries une partie de leur virulence, c'est-à-dire les rendit moins infectieuses, puis il inocula les animaux avec ces microorganismes atténués. Il constata que les animaux ainsi traités, devenaient réfractaires à une inoculation des mêmes produits doués de toute leur virulence. Ce procédé lui réussit pour le charbon, le choléra des poules, et, d'une manière frappante, pour la rage. de microbes atténués,

Même lorsque les bactéries sont atténuées au point de ne plus exercer la moindre action pathogène, leur inoculation peut conférer l'immunité en amoindrissant la prédisposition à contracter la maladie spéciale dont les germes inoculés sont la cause.

On peut également arriver à créer l'immunité vis-à-vis de bactéries spécifiques, en inoculant des bactéries appartenant à d'autres espèces; ainsi, *Hüppe* a réussi à enlever aux souris leur réceptivité pour le charbon, par l'inoculation d'un microbe analogue à celui de cette maladie qui se rencontre dans la terre; de microbes non pathogènes,

Emmerich a produit l'immunité vis-à-vis du charbon en injectant des microcoques de l'érésipèle.

de produits bactériens,

Enfin, toujours dans le but d'obtenir l'immunité, on a inoculé non plus des bactéries, mais leurs produits de désassimilation. *Salmon* et *Smith* ont employé les premiers cette méthode avec succès. Les résultats de leurs expériences ont été maintes fois vérifiés, et l'on a signalé beaucoup de faits analogues. On a été plus loin : on a choisi un corps qui peut être produit par des bactéries, la neurine; on l'a préparée suivant les règles de la chimie et en inoculant la substance ainsi obtenue dans un laboratoire, on est parvenu à déterminer l'immunité (*Foa* et *Bonome*).

de substances organiques,

de substances inorganiques.

Bien plus, des expériences faites dans ces derniers temps, nous ont appris que des substances inorganiques elles-mêmes sont capables de produire l'immunité. Ainsi, des cobayes ont été rendus réfractaires au tétanos au moyen du peroxyde d'hydrogène (*Behring*) et du trichloride d'iode (*Kitasato*).

Théorie des inoculations préventives. Nous venons de dire que l'on est parvenu à conférer l'immunité, au moyen de corps chimiques produits par les bactéries et au moyen de préparations chimiques obtenues dans les laboratoires. Ces faits devaient faire naître l'idée que, dans les cas où l'immunité est obtenue par inoculation de bactéries virulentes ou atténuées, ce sont également des substances chimiques produites par ces bactéries, qui sont le facteur déterminant.

Action bactéricide et neutralisante des poisons.

Si on admet cette opinion, on se trouve devant deux hypothèses : l'effet immunisant peut être dû à une action nocive sur les bactéries ou bien à une action neutralisante sur les poisons bactériens. Dans le premier cas, les microorganismes frappés dans leur vitalité succomberaient rapidement; dans le second cas, ils seraient empêchés de produire leurs poisons ou bien ceux-ci seraient immédiatement détruits. Il semble toutefois que le deuxième mode d'action ne puisse s'exercer chez l'animal vivant sans l'intervention du premier.

Hypothèse de l'épuisement.

Jusque maintenant il n'existe que des hypothèses sur la façon dont se crée l'immunité dans un organisme. On a cru d'abord (*Pasteur*) qu'une première atteinte d'une maladie enlève au corps les matériaux nécessaires au développement des bactéries de cette affection qui viendraient à y pénétrer dans la

suite. Cette hypothèse, dite de l'épuisement, doit être abandonnée en présence des cas d'immunité obtenue à l'aide de simples préparations chimiques.

Hypothèse de l'accoutumance.

La théorie de l'accoutumance suivant laquelle les cellules soumises à l'action de toxines de faible activité s'habitueraient à des toxines plus actives n'est pas davantage soutenable, puisqu'il est établi que des animaux immunisés ne sont pas toujours absolument insensibles à une introduction ultérieure de toxines débarrassées de bactéries.

Hypothèse de l'excitation.

D'après une troisième hypothèse, l'introduction des poisons bactériens possédant une faible toxicité, ou d'agents chimiques tels que le trichloride d'iode, exerce sur les cellules de l'organisme, non pas une action destructive, mais une action stimulante. Grâce à cette excitation, elles sécrètent leurs produits bactéricides avec une plus grande activité; leur énergie vitale est accrue et celle-ci se manifeste, chez certains animaux et dans certaines maladies infectieuses, par la sécrétion de substances chimiotaxiques et en même temps, par une absorption plus active des germes.

Cette opinion est soutenue par un grand nombre d'observateurs éminents (*Flügge*, *Buchner*, *Emmerich*, etc.) et elle a pour elle beaucoup d'arguments. Il ne faut pas se dissimuler pourtant, que cette théorie n'explique pas comment l'immunité conférée par l'inoculation, se prolonge pendant de longues périodes, des dizaines d'années.

Dans ces derniers temps *Behring* et *Kitasato* ont démontré que le sérum du sang d'animaux immunisés, dépouillé d'éléments cellulaires, est capable de détruire le poison du tétanos et celui de la diphtérie. D'après cela, il n'y aurait pas besoin pour la diphtérie et le tétanos, de faire intervenir les cellules avec leur « excitation » ou bien leur « accoutumance » : c'est le sang dépourvu de cellules qui est « l'antitoxique ». Cette hypothèse n'est pas applicable à tous les cas.

Hypothèse de la rétention.

Chauveau admet qu'à la suite d'une première invasion des bactéries, il reste dans le corps des substances bactéricides qui, lors d'une deuxième infection, mettent obstacle à la multiplication des germes et à la production de poisons (hypothèse de la rétention). Cette opinion trouve un appui dans les expériences de *Behring* et de *Kitasato*. D'autre part, on peut objecter qu'il n'est pas probable que les produits bactériens qui semblent

si peu stables, puissent demeurer intacts dans le corps durant des années.

L'avenir nous apprendra si l'une de ces théories est la seule vraie ou si plusieurs d'entre elles doivent être admises ou enfin s'il existe une autre explication des phénomènes ; toujours est-il que ce n'est pas le même facteur qui agit dans tous les cas.

On peut admettre avec quelque probabilité, que les substances déterminant l'immunité ne sont pas identiques à celles qui engendrent la maladie, c'est-à-dire aux toxines et aux toxalbumines.

Les travaux les plus récents tendent précisément à établir la distinction entre les substances immunisantes et les substances toxiques.

F. Influence du degré de virulence et du nombre des bactéries sur l'infection.

Dans la réceptivité il y a à tenir compte, non seulement du sujet qui subit l'infection, mais aussi du microorganisme qui la produit.

La virulence des bactéries. Nous l'avons dit déjà, on connaît des germes de maladies doués de leur entière virulence et des germes atténués. L'atténuation peut se produire naturellement ou artificiellement. On la voit s'établir à un degré variable quand on soumet les bactéries à l'action d'agents chimiques, par exemple à l'action prolongée pendant quelque temps de désinfectants faibles, quand on les cultive à l'abri de l'air ou en empêchant l'accès de ce dernier, quand on soumet pendant un temps prolongé leur culture à une température trop élevée, quand on fait agir sur eux la lumière dans des circonstances déterminées, enfin quand on les fait passer, à diverses reprises, par le corps d'animaux réfractaires. Pour certains microorganismes, il n'est pas besoin de recourir à des procédés spéciaux : ils s'atténuent d'eux-mêmes (atténuation spontanée). Cultive-t-on, par exemple, le microcoque de l'érésipèle, le bacille de la morve, le gonocoque, le germe de la pneumonie en dehors de l'être vivant, c'est-à-dire fait-on végéter ces parasites dans les conditions des saprophytes, on les voit « dégénérer ».

Lorsque des microbes atténués arrivent dans le corps d'animaux prédisposés, ils peuvent déterminer des manifestations morbides chez ceux qui possèdent une prédisposition de race ou individuelle développée à un haut degré, tandis que ceux qui ont une prédisposition d'un degré moindre, ne permettent pas à l'ennemi introduit, de croître et de prendre le dessus.

Le nombre des bactéries introduites. Un autre facteur qui joue un rôle important dans le développement de l'infection, c'est le nombre des bacilles introduits. Quand on transporte des germes pathogènes dans de l'eau, du sang, de l'urine, du sérum, etc., une grande partie des individus introduits succombent très rapidement. Le nombre des germes commence donc par diminuer, et ce n'est qu'après un certain temps qu'il s'élève de nouveau.

La même chose se passe lorsque les germes de maladie arrivent dans le corps de sujets appartenant à des races qui ne possèdent pas une très grande prédisposition : on peut admettre qu'ils trouvent là, les unes à côté des autres, des conditions favorables et des conditions défavorables à leur développement.

Peut-être pourrait-on se représenter que le poison excrété ou fabriqué par un bacille isolé est insuffisant pour exercer une action nocive intense sur les cellules qui l'entourent ou pour déterminer une modification essentielle des humeurs, alors que, d'un autre côté, toutes les conditions défavorables agissent ensemble contre ce microbe isolé : c'est la lutte d'un seul contre tous. Mais si un grand nombre de microorganismes sont introduits à la fois, les propriétés toxiques de chacun d'eux s'additionnent et les résistances, au contraire, s'éparpillent sur de nombreux points. On voit alors débuter d'un seul point et lentement la multiplication des germes, la production de poisons et la maladie.

G. Portes d'entrée pour les germes infectieux.

Une infection n'est possible qu'à la condition que les germes soient introduits par une voie déterminée. Une fois qu'ils ont pénétré dans le corps, ils n'y trouvent pas partout des conditions favorables à leur multiplication et à la manifestation de leur énergie spécifique.

Poumons et intestins.

Ainsi, il n'est pas vraisemblable que les germes du typhus et du choléra engendrent la maladie en pénétrant par la voie pulmonaire. Ces germes n'étant pas de véritables parasites du sang, succombent dans les poumons mêmes, s'ils y arrivent, ou bien dans le sang et rien ne porte à croire qu'ils puissent arriver dans l'intestin, siége de leurs manifestations spécifiques, par la voie des humeurs de l'organisme. Pour d'autres germes, par contre, l'infection a son point de départ dans les poumons; exemple : les bacilles de la pneumonie.

Muqueuses

Pour d'autres encore, les manifestations ont leur origine principalement sur les muqueuses : tels sont les gonocoques et les bacilles de la diphtérie.

Plaies.

Les microcoques du pus sont inoffensifs dans l'intestin normal, tandis qu'au niveau d'une plaie, ils deviennent actifs; mais ici il y a encore une distinction à faire : dans le tissu ferme de la peau et du derme, ils ne déterminent qu'un accident bénin, un furoncle ; au contraire, après l'accouchement, dans les tissus engorgés de l'utérus où ils peuvent se développer abondamment et sans obstacle dans du sang en quelque sorte stagnant, ils donnent lieu à une affection mortelle, la fièvre puerpérale.

Bon nombre de bacilles peuvent pénétrer par des voies multiples dans l'organisme; ils sont capables de se développer à la fois au niveau d'une plaie, dans les poumons, dans l'intestin, sur les muqueuses : les bacilles de la tuberculose et du charbon appartiennent à cette catégorie.

La nature du tissu que les bactéries rencontrent lors de leur pénétration dans l'organisme, joue également un rôle important dans le développement des maladies infectieuses.

Beaucoup ne parviennent pas facilement à traverser la barrière solide que leur opposent les revêtements épithéliaux; mais si, à la suite de blessures ou de catarrhes, l'épithélium a perdu de sa fermeté ou a disparu, l'obstacle tombe et la réceptivité pour la maladie devient plus grande.

Le bacille de la tuberculose qui s'introduit avec l'air inspiré, ne doit pas nécessairement pénétrer directement dans les alvéoles pulmonaires; souvent il se dépose dans les voies aériennes et, quand la muqueuse est normale, il est ensuite rejeté au dehors par les cils vibratils. Mais si ceux-ci viennent à

manquer, s'il existe des pertes de substances dans l'épithélium, ou des plaies minimes produites par des poussières acérées, alors le bacille peut, dans tous ces points, s'arrêter et se développer.

Les bactéries dépourvues de spores sont, en règle générale, rendues inoffensives et digérées par le suc gastrique normal et il n'y a que celles qui ont réussi à traverser l'estomac qui arrivent à se développer dans le contenu de l'intestin dont la réaction est fréquemment alcaline. Un défaut d'activité de l'estomac, tel qu'une production insuffisante d'acides, peut, par conséquent, rendre possible l'éclosion d'une maladie infectieuse.

Une forte réplétion de l'estomac devient elle-même une condition favorable à l'infection, les bactéries renfermées dans le bol alimentaire pouvant par là échapper à l'action du suc gastrique.

Toutes ces causes locales occasionnelles ou accidentelles et d'autres analogues qui exercent une influence sur le développement d'une infection, jouent dans la réceptivité un rôle considérable, quoiqu'incomplètement élucidé pour chaque cas isolé.

H. Guérison.

Comment se produit la guérison ? voilà une question à laquelle il est difficile de répondre !

Dans les liquides de culture, les germes succombent généralement avant que le milieu nutritif ne soit épuisé. Dans beaucoup de cas, ce sont les produits des bactéries mêmes qui mettent obstacle à une continuation de la croissance; ainsi la levure succombe dans une solution de sucre quand la quantité d'alcool produite par la fermentation atteint un taux déterminé; les germes qui donnent une réaction acide ou alcaline à leur milieu nutritif, succombent également après formation d'une certaine proportion d'acide ou d'alcali.

Les cultures qui n'entraînent pas une modification essentielle de la réaction du milieu finissent, elles aussi, par dépérir. On peut se représenter que ce sont d'autres produits, résultant de la dissociation des matériaux nutritifs, qui occasionnent cette destruction, ou bien que les substances qui prennent

naissance aux dépens des microbes morts, comme aux dépens de la matière de tout être vivant, après qu'il a succombé, tuent les microbes encore en vie.

Dans les corps vivants, les conditions sont analogues. La végétation des bactéries dans le sérum sanguin et dans les sucs des tissus, peut donner naissance à des produits de dissociation de ces sucs qui rendent d'abord plus difficile, puis arrêtent complètement le développement des germes ; ou bien sous l'influence de l'irritation produite par ces germes vivants, les éléments cellulaires de l'organisme sécrètent des substances bactéricides ou agissent comme phagocytes; ou bien enfin, la désagrégation des bactéries les plus vieilles peut engendrer des protéines : celles-ci anéantissent directement les bactéries encore en vie, ou, en agissant par chimiotaxisme sur les cellules, provoquent, soit leur activité phagocytaire, soit la formation de substances bactéricides.

Buchner a démontré que les produits de désagrégation des bactéries exercent une action chimiotaxique énergique sur les globules blancs du sang; ils déterminent une inflammation qui constitue un moyen de guérison, en ce sens qu'elle s'oppose à la propagation de l'infection, à sa généralisation.

Lorsque le corps résiste plus longtemps à l'action des toxines et des toxalbumines que les bactéries à l'action des produits qui leur sont nuisibles, il y a guérison. Une chose complètement inexpliquée est la marche cyclique de maintes affections, telles que la fièvre récurrente, la pneumonie. Quant à l'intermittence de la malaria, elle paraît être en rapport avec les stades divers du développement du germe de cette maladie.

J. Conditions d'éclosion des épidémies.

a) Arrivée des germes morbigènes dans l'organisme humain.

Les germes infectieux se trouvent soit à l'intérieur, soit à la surface du corps de l'individu contaminé. Dans ce dernier cas, le simple contact d'un sujet sain avec un sujet malade peut suffire pour communiquer la maladie.

Lorsqu'ils ont leur siége dans l'intérieur du corps, les germes sont sans danger pour l'entourage, aussi longtemps

qu'ils ne sont pas éliminés. Or, ils sont transportés vers l'extérieur avec les excrétions. Ainsi, on trouve dans les fèces les germes du choléra et du typhus, dans le pus les staphylocoques, les gonocoques, dans les crachats les bacilles de la tuberculose, dans les membranes de la diphtérie les bacilles de cette affection, etc. L'urine contient des microorganismes pathogènes lorsqu'il existe des localisations morbides dans les voies urinaires. La durée de vitalité des germes dans les fèces varie : ordinairement les bactéries y succombent rapidement ; on connaît pourtant des cas où elles s'y sont maintenues vivantes pendant des mois.

Un certain nombre de microorganismes pathogènes perdent régulièrement, peu de temps après avoir abandonné le corps, leur virulence ou leur vitalité : ainsi les germes de la syphilis, de la rage, de la gonorrhée succombent très rapidement. Pour ces affections, la transmission directe du sujet malade au sujet sain est la règle. Transmission directe.

La même chose peut avoir lieu pour les autres maladies infectieuses; cependant la transmission indirecte paraît être plus fréquente.

Dans certains cas, l'air pourrait bien représenter l'agent de transmission principal ; il en serait ainsi pour la tuberculose : ce qui tend surtout à appuyer cette opinion, c'est le fait d'avoir trouvé le bacille tuberculeux dans la poussière d'habitations, et d'autre part, la localisation principale de l'affection dans les poumons. Transmission par l'air.

D'autres fois, l'introduction des germes se fait par les substances alimentaires, y compris l'eau. Pour les infections intestinales il n'y a guère d'autre explication. Les bactéries du choléra et du typhus trouvent dans nos aliments ordinaires, un bon milieu de culture sur lequel ils peuvent vivre en « saprophytes ». Dans l'eau même, ils peuvent se conserver pendant quelque temps. Substances alimentaires et eau.

Maintes bactéries se fixent sur les linges et sur les vêtements qui les transportent ensuite jusqu'aux endroits par où elles s'introduisent dans l'organisme humain. C'est de cette façon que des sujets sains ayant été en contact avec un malade, peuvent transmettre l'affection, sans en être atteints eux-mêmes. Habits.

Sol. Le sol récèle une quantité de germes morbigènes; il est le siége naturel des bacilles de l'œdème malin et du tétanos, des germes de la malaria. C'est en lui que l'infection a son origine.

Un certain nombre de germes morbifiques sont très répandus et en quelque sorte ubiquitaires; tels sont, par exemple, les microbes de la suppuration que l'on a trouvés dans l'eau potable, dans l'eau de vaisselle, dans les fèces, dans l'air, dans la saleté qui se trouve sous les ongles, dans du lait de femme, etc. Il va de soi que tous les objets et substances possibles, pour autant qu'ils ne possèdent pas des propriétés bactéricides, peuvent héberger pendant un certain temps des bactéries pathogènes qui, par hasard, viennent en contact avec eux et, si les conditions sont favorables, permettre même leur multiplication.

Insectes. Les insectes doivent être considérés comme des agents de transmission des maladies infectieuses. Ils constituent un hôte transitoire pour le germe morbifique ainsi que la chose est établie pour les affections dues à des filaires, ou bien ils les transportent attachés à leur corps, comme on l'a démontré expérimentalement pour les mouches, en ce qui concerne la tuberculose et le choléra.

Il existe encore bien d'autres voies d'introduction des germes dans l'organisme; mais il est rare que l'on puisse, dans un cas déterminé, établir avec certitude quel est celui de tous ces modes d'infection qui est intervenu. Il faut compter avec tous, et c'est une erreur de vouloir s'arrêter à l'un ou à l'autre.

b) Eclosion et propagation des épidémies.

Pour qu'une maladie infectieuse donne lieu à une épidémie, il faut, d'une part une réunion d'individus doués de réceptivité, et d'autre part, des germes morbigènes possédant la virulence voulue.

Epidémies d'été. Microorganismes virulents. L'épidémiologie nous apprend que, dans l'Europe centrale, c'est à la fin de l'été et de l'automne que maintes maladies infectieuses apparaissent de préférence. Ce fait est dû à ce que la chaleur élevée et l'humidité modérée de ces époques de l'année, exercent une influence favorable sur le développement des germes de ces affections,

germes capables de vivre en saprophytes en dehors de l'organisme. Une température élevée, une forte sécheresse, ou une grande humidité ne leur sont souvent pas favorables.

Dans certaines localités, c'est en hiver qu'éclatent principalement les épidémies. Les germes pathogènes ne pouvant alors se multiplier à l'extérieur, doivent avoir trouvé quelque part, dans les habitations où la température est maintenue à un degré convenable, des conditions favorables à leur développement et à leur propagation. De quelle nature sont ces conditions? On n'en sait rien jusque maintenant; elles peuvent être très diverses : des modifications légères dans le genre de vie, dans les habitudes, dans l'alimentation d'une population, sont peut-être des causes capables de faire éclater une épidémie. Epidémies d'hiver.

L'épidémiologie montre, en outre, que des localités déterminées sont visitées avec une préférence toute particulière par certaines maladies, tandis que d'autres en sont épargnées.

Nous avons vu déjà comment la malaria, le tétanos, et, dans une certaine mesure, le choléra et le typhus, sont sous la dépendance du sol. D'autres maladies, la fièvre jaune et encore une fois le choléra, suivent de préférence les cours d'eau, c'est-à-dire que la chaleur et l'humidité leur sont favorables. Dans certaines localités, certaines villes, certains quartiers, certaines rues, les épidémies sont plus meurtrières ou bien frappent un plus grand nombre d'individus que dans d'autres, sans qu'on voie clairement une raison à cette prédilection; c'est qu'on n'est point parvenu encore à décomposer dans ses différents facteurs ce que l'on désigne souvent sous le nom de « disposition de lieu et de temps ». Ce que l'on peut dire, c'est que, d'une manière générale, les villes et parties de villes bien entretenues et pourvues de toutes les installations nécessaires au maintien de la propreté, sont moins « disposées » à l'éclosion des épidémies que celles qui laissent à désirer sous ce rapport. Conditions locales.

La réunion d'individus doués de réceptivité constitue la deuxième condition pour l'éclosion d'épidémies. Les centres populeux et les endroits où le mouvement est considérable, sont visités d'une façon privilégiée par les maladies contagieuses. Les voyageurs qui arrivent, apportent avec eux les germes infectieux; les contacts, les relations multiples qui se font sans aucun souci des dangers éventuels d'infection,

rendent alors la transmission facile et celle-ci peut se faire sans que le contact direct (contagion) intervienne nécessairement à lui seul ou d'une façon prédominante. Au surplus la statistique montre que plus la population est dense plus la mortalité est grande, et ce sont les décès par maladies infectieuses qui dominent.

Densité de la population.

Maintes affections épidémiques apparaissent avec une certaine périodicité. Cela provient de ce que quand une maladie contagieuse a frappé une population, les individus prédisposés à la contracter font défaut pendant les années qui suivent. Lorsqu'une génération qui n'a pas traversé encore d'épidémie est devenue suffisamment nombreuse, l'étincelle qui vient à tomber en allume une nouvelle.

Conditions sociales.

Il n'y a pour ainsi dire pas de maladie infectieuse à laquelle le prolétariat ne paie le tribut le plus élevé. La pauvreté avec son cortège de misères : alimentation mauvaise et insuffisante, habitations insalubres et exiguës, travail excessif dépassant souvent toute mesure et dans des industries qui exercent assez fréquemment une influence fâcheuse sur la santé ; la pauvreté, disons-nous, constitue la cause principale de ce triste privilège des classes laborieuses. A ces conditions défavorables, il faut en ajouter d'autres encore telles que l'abus des boissons alcooliques, assez commun dans ces classes de la société, le défaut de propreté, la négligence et l'insouciance des gens de cette catégorie en présence des maladies infectieuses. Il va sans dire qu'on observe ces mêmes inconvénients dans des classes plus élevées ; cependant ils sont plus rares là où l'éducation générale est plus soignée.

Calamités.

Des circonstances extérieures défavorables, une mauvaise récolte, des inondations, la guerre sont souvent suivies d'épidémies graves, ainsi que l'a montré l'expérience des siècles ; aussi range-t-on avec raison ces calamités parmi les causes prédisposantes des épidémies.

K. Prophylaxie des maladies infectieuses.

Heureusement, l'homme n'est pas toujours désarmé en face des maladies contagieuses. Il est possible de prendre des mesures propres à tenir éloignés les germes infectieux, et à

entraver le développement de ceux qui ont pénétré dans l'économie ou à les détruire. D'un autre côté, on peut agir sur la prédisposition qui, nous l'avons montré, est susceptible d'être modifiée.

a) Mesures préventives contre la propagation des germes.

Les mesures qu'on oppose à l'infection sont internationales, nationales, locales et personnelles.

1. Mesures internationales.

C'est seulement pour certaines maladies, comme la peste et le choléra, que l'on a pris des mesures internationales (*). Elles consistent dans l'installation, par un certain nombre d'Etats agissant de commun accord, de stations d'observation aux frontières des régions dans lesquelles on a à craindre que des épidémies ne prennent leur point de départ. Ces stations (Egypte, Turquie d'Asie) renseignent, à des intervalles réguliers et suivant les besoins, sur l'existence et la marche des grandes épidémies, afin que les divers pays puissent se protéger ensuite par des mesures nationales.

2. Mesures nationales.

Parmi les mesures nationales se rangent en toute première ligne les dispositions qui ont pour but de tenir éloignés des frontières, les germes morbifiques dangereux.

Les différents pays ont des représentants dans les grandes places commerciales de l'étranger. Ces agents préviennent leur gouvernement lors de l'apparition des épidémies et l'autorité décide alors s'il y a lieu ou non de prendre des mesures contre ce qui provient des localités infectées. Dans le premier cas, elle interdit toutes les relations avec ces dernières, ou bien elle les permet sous certaines conditions. Les moyens auxquels on recourt, dans ce but, sont les quarantaines et les stations d'observation.

(*) En ce qui concerne le choléra, la convention du 15 avril 1893, adoptée par la conférence internationale de Dresde, oblige les gouvernements des pays contaminés à notifier aux gouvernements des autres pays l'existence des foyers cholériques. Cette convention a réglé tout ce qui concerne les mesures à prendre aux frontières et dans les ports relativement aux voyageurs et aux marchandises (N. des T.).

Quarantaines.

Les quarantaines consistent dans des dispositions prises par les autorités pour isoler temporairement et soumettre à l'observation les navires provenant de localités infectées, les passagers et les équipages. Les installations pour les quarantaines comportent un lazaret et des locaux pour les personnes bien portantes soumises à l'isolement, ainsi qu'un établissement de désinfection. S'il s'est produit à bord du navire un décès par choléra, fièvre jaune ou peste, la quarantaine se fait dans toute sa rigueur. Le personnel et les passagers demeurent isolés jusqu'à ce qu'il ne se soit plus produit de cas de la maladie depuis un certain temps (environ 14 jours). Les marchandises suspectes de contenir les germes infectieux, le navire lui-même, les personnes et leurs biens, sont désinfectés avant d'être autorisés à entrer librement dans le pays.

Quarantaines d'observation.

Des quarantaines d'observation de quelques jours trouvent leur application dans le cas de navires provenant de pays infectés, mais à bord desquels il n'y a eu aucun cas de maladie, ou bien il ne s'en est pas produit pendant une longue période de traversée. Les quarantaines entravent fortement le commerce, aussi a-t-on été obligé de renoncer à la stricte exécution des prescriptions primitives et d'apporter beaucoup d'adoucissements à leur sévérité.

Stations d'observation.

Aux frontières, les quarantaines sont abandonnées depuis longtemps déjà : on y établit des stations d'observation : dans les localités situées aux frontières sur les principales voies de communication d'un pays à l'autre, des médecins soumettent à une sorte de visite les personnes qui arrivent ; celles qui sont malades ou suspectes de l'être, sont envoyées dans des hôpitaux spéciaux. Il reste à voir si ces stations d'observation sont réellement efficaces : l'avenir nous l'apprendra. Durant les épidémies, les gouvernements défendent souvent l'introduction et le passage dans le pays, de chiffons ou de linges sales, parce qu'on suppose, avec raison, que ces objets transportent fréquemment avec eux des germes infectieux.

3. Mesures locales.

Lorsque la maladie a envahi un pays, les diverses localités (villes, villages) s'en préservent, en s'efforçant d'empêcher la

dissémination des germes infectieux. La première mesure à laquelle on recourt dans ce but, c'est l'isolement des malades.

Isolement.

On ne peut espérer de résultat de l'isolement, que si on l'applique aux premiers cas de la maladie, et aussi longtemps que le nombre de personnes atteintes reste encore peu élevé. Il en résulte que c'est un devoir pour les médecins, de faire connaître immédiatement tout cas d'affection contagieuse survenu dans leur pratique. Ils doivent se conformer très scrupuleusement à « l'obligation de la déclaration ». C'est dans des hôpitaux établis spécialement dans ce but, que l'isolement peut être le mieux réalisé. Ces hôpitaux doivent posséder des moyens de transport spéciaux de façon qu'on puisse défendre d'une manière absolue d'utiliser les voitures ordinaires pour conduire les malades. L'isolement dans un établissement hospitalier est ce qu'il y a de plus avantageux, tant pour le bien général que pour le malade; cependant on n'arrive pas toujours à vaincre l'aversion innée du peuple pour l'hôpital. Dans ces conditions, on essaie d'isoler à domicile le patient et ceux qui sont chargés de le soigner; au besoin, on éloigne les personnes non encore atteintes. Les autorités ont, en outre, le droit de signaler au public les maisons dans lesquelles se trouvent des sujets atteints d'affections infectieuses.

Assainissement.

Mais on n'a pas tout fait quand on a réalisé l'isolement des malades: en effet, cet isolement n'est efficace que dans certaines conditions, ainsi que nous venons de le dire, et, de plus, les premiers cas n'arrivent presque jamais à la connaissance des autorités. Il reste à agir sur la disposition de lieu de façon à l'amoindrir et à empêcher ainsi que le germe morbifique importé ne parvienne à s'implanter.

Comités de salubrité.

Les villes, dont l'administration est prévoyante, possèdent constamment, même en dehors des temps d'épidémie, un comité de salubrité. Il entre dans les attributions de ce dernier de porter son attention sur l'eau potable afin qu'elle soit de bonne qualité, abondante et à l'abri des infections, sur l'éloignement des immondices, sur l'entretien de la propreté des places publiques, des rues, des cours, etc., sur la salubrité des habitations et sur l'encombrement; en un mot, le comité de salubrité a pour mission de faire mettre en pratique les enseignements de l'hygiène. C'est une erreur de n'instituer ou de ne faire fonctionner

ce comité qu'à l'approche des maladies, parce qu'il est impossible de détruire en si peu de temps la « disposition locale » à l'extension de l'épidémie. Cette disposition doit déjà avoir été supprimée par une application rationnelle des règles de l'hygiène. Au moment du danger, le comité de salubrité ne devrait avoir qu'à s'assurer de l'état hygiénique et à porter remède à de petites défectuosités qui ont pu se produire insensiblement.

Les autorités locales doivent, en outre, porter leur attention sur les relations entre habitants. Au besoin, elles restreindront ou supprimeront les fêtes, les marchés, les convois funèbres. Dans bien des cas, la fermeture des écoles peut s'imposer. (Voir hygiène des écoles).

On éclairera le public sur la maladie par des conférences mises à la portée de toutes les intelligences et on lui enseignera les mesures qu'il doit prendre.

4. Mesures individuelles.

Eviter le danger.

Les mesures prophylactiques individuelles consistent à ne pas s'exposer sans nécessité à l'infection. Les « visites de malades » ne sont pas sans danger; il en est de même des visites de condoléance, alors même qu'elles ne mettent pas en contact direct avec le malade, mais seulement avec les parents. Maintes maladies peuvent être transmises par une tierce personne; de plus, il n'est pas prouvé que, pour quelques affections, la contagion ne puisse se faire déjà pendant la période d'incubation; dans les maisons infectées des bactéries pathogènes peuvent être en suspension dans l'air ou bien se trouver à la surface des couverts, des verres, des aliments, etc. Ce sont là des raisons suffisantes pour considérer les visites comme dangereuses.

Propreté.

La propreté du corps, des vêtements et de la maison constitue une mesure prophylactique de premier ordre.

Isolement.

Quand quelqu'un tombe malade, il faut recourir sans délai aux conseils du médecin. L'éloignement des personnes bien portantes est malheureusement difficile à réaliser dans les classes pauvres. On doit s'efforcer d'y parvenir, en insistant sur le fait que c'est le transport le plus tôt possible du malade à l'hôpital, qui permet d'obtenir l'isolement le plus efficace.

En cas de nécessité, on conseillera de n'utiliser que des substances alimentaires qui, par leur nature, ne peuvent contenir des germes de maladie ou qui ont été soumises à une température capable de tuer les bactéries. Aliments.

Une désinfection appropriée est de la plus haute importance. Nous donnons plus loin des indications sur la façon de la réaliser. Désinfection.

b) Mesures préventives tendant à modifier la prédisposition.

Les individus affaiblis, par exemple les convalescents, étant plus prédisposés et par là même plus exposés au danger, doivent se mettre tout particulièrement à l'abri des causes d'infection.

Il faut s'efforcer d'éviter autant que possible les catarrhes des voies respiratoires et digestives, de même que les surcharges de l'estomac et la respiration d'une atmosphère chargée de poussières.

On maintiendra la vigueur du corps par une bonne alimentation, etc., et on fera disparaître sa sensibilité aux influences thermiques, en recourant à des bains pris avec prudence.

Il y a une maladie infectieuse, la variole, dont on se préserve en supprimant la prédisposition, au moyen d'une inoculation préventive. Jusqu'à ce jour, le virus de la variole et l'agent actif de la lymphe vaccinale sont demeurés inconnus, mais la statistique montre dans tous les cas, d'une façon incontestable, que la vaccination procure une immunité contre la variole pour plusieurs années. Malheureusement, on n'a pas encore réussi actuellement à trouver un moyen préservatif analogue pour d'autres maladies infectieuses de l'homme, sauf pour une : *Pasteur* a constaté que le virus de la rage devient plus actif en passant par le corps des lapins. Il obtient ainsi un virus fixe, constitué par la moelle broyée, qui, porté sous la dure-mère de lapins bien portants, détermine l'apparition de la rage exactement au bout de 6 jours. Quand on soumet cette moelle à la dessiccation, la virulence diminue avec le temps. Une moelle vieille de 10 jours a perdu sa propriété infectieuse. *Pasteur* en soumettant des chiens à des inoculations sous-cutanées de moelle fortement desséchée d'abord, puis, progressivement

Vaccination contre la variole.

Vaccination antirabique.

et dans l'espace de quelques jours, de moelles de moins en moins desséchées, parvint à conférer l'immunité à ces animaux et même à empêcher le développement de la rage chez des animaux mordus. Il réussit ensuite à obtenir le même résultat chez l'homme. Dans les cas où un temps assez long s'est écoulé depuis la morsure, *Pasteur* empêche la maladie d'éclater, par l'inoculation de son virus très actif : il fait pratiquer alors les injections à des intervalles de quelques heures seulement. La rage constitue précisément une affection pour laquelle il est difficile de démontrer par des statistiques, le résultat d'un traitement; quoi qu'il en soit, on ne peut absolument pas mettre en doute que dans ces dernières années un très grand nombre d'inoculations ont été pratiquées à l'« Institut Pasteur » avec de bons résultats.

Maladies bactériennes.

Une première atteinte d'une maladie bactérienne met également à l'abri de celle-ci; mais cette immunité paraît être inférieure, au point de vue de la durée et de l'efficacité, à celle qui est produite par une première attaque des maladies exanthématiques. Il n'est donc pas probable, *a priori*, bien que la chose ne soit pas impossible, que l'inoculation de bacilles atténués ou de leurs produits d'excrétion puisse déterminer une immunité de quelque durée. Les recherches de *Behring* et de *Kitasato* sur la diphtérie, permettent de croire qu'il n'est pas absolument impossible de faire une inoculation préventive, à l'aide de préparations chimiques peu différentes des produits bactériens.

Inoculations préventives du charbon.

C'est encore *Pasteur* qui a retiré les meilleurs résultats de l'inoculation préventive dans une maladie bactérienne, le charbon. En cultivant les bacilles de cette affection pendant environ trois semaines dans du bouillon de veau à une température de 40 à 43° C., il obtenait un charbon à peine virulent (premier vaccin); il se procurait un charbon un peu plus virulent, en laissant se développer les bacilles pendant environ 9 jours, à cette température (deuxième vaccin).

Des moutons inoculés avec le premier vaccin puis, au bout d'une quinzaine de jours, avec le deuxième vaccin, présentent bien du malaise, de la perte d'appétit, de la douleur et du gonflement à l'endroit de l'injection, ainsi que de la fièvre, mais ces symptômes se dissipent très rapidement et les animaux

ainsi traités sont devenus réfractaires à des inoculations ultérieures du charbon.

L. Désinfection.

La désinfection consiste à rendre inoffensifs les germes de maladie. On peut atteindre ce but en éloignant mécaniquement les organismes pathogènes, ou bien en les tuant.

a) Eloignement des bactéries.

La façon d'appliquer les mesures de propreté destinées à éloigner les bactéries, doit être étudiée pour chaque cas particulier. Ici faisons seulement remarquer que le nettoyage à l'aide de linges secs est peu efficace; le lavage est préférable; si, en outre, on se sert de savon, les objets qui supportent le contact de l'eau peuvent être nettoyés à fond et ainsi débarrassés des germes de maladie, quoique le savon en lui-même ne possède pas de propriétés désinfectantes énergiques.

L'aération transporte les bactéries pathogènes de l'air d'une chambre de malades dans l'atmosphère extérieure où ils sont tellement disséminés et éparpillés qu'ils ne peuvent plus être nuisibles. Il n'est pas nécessaire de procéder à une « désinfection de l'air d'une chambre ».

Le frottage avec du pain sert principalement pour la désinfection des murs recouverts de tapisseries. On coupe des morceaux de pain de la grandeur d'environ une demi-main, en laissant une partie de la mie adhérente à la croûte : les divers points du mur sont successivement frottés avec soin. La mie, grâce à sa propriété d'agglutination, emporte toute la saleté des tapisseries et en même temps les bactéries qui s'y trouvent adhérentes; elle tombe en miettes sur le sol où on la recueille par le balayage pour la brûler. Le frottage avec une éponge mouillée donne également de bons résultats.

Là où l'éloignement mécanique des germes morbifiques n'est pas possible, on recourt aux moyens destinés à les tuer. Ces moyens sont nombreux : nous n'indiquerons que les plus importants.

b) **Moyens de désinfection.**

1) Acide phénique pur ou cristallisé à 5 % (c'est-à-dire que les organismes doivent se trouver dans une dissolution aqueuse d'acide phénique à 5 %; si donc on veut tuer les bacilles tuberculeux contenus dans 100 gr. de crachats, au moyen de 100 gr. d'une solution d'acide phénique, il faut que celle-ci soit à 10 %). La puissance désinfectante de l'acide phénique est notablement augmentée par l'addition de 0,5 % de sel marin ou de 1 % d'acide tartrique.

Ordinairement on laisse les objets à désinfecter pendant 24 heures dans la solution à 5 %.

2) Acide phénique brut. C'est un liquide brun, goudronneux, dégageant une forte odeur, qui ne se dissout pas dans l'eau et n'exerce par conséquent pas d'action désinfectante. Mais, si à 1 litre de ce produit on ajoute lentement et en refroidissant, 1 litre d'acide sulfurique brut, et si on laisse reposer le mélange pendant 24 heures, les substances actives de l'acide phénique brut, les crésoles se dissolvent dans l'acide sulfurique ou bien se transforment en combinaisons sulfocrésoliques solubles. En agitant 100 centim. cubes de ce mélange avec 1 litre d'eau, on obtient un bon désinfectant; mais on ne l'emploiera que pour les immondices et pour les objets qui peuvent être détruits, parce que les substances goudronneuses produisent des taches noires et l'acide sulfurique exerce une action corrosive.

3) Sublimé corrosif. La solution de sublimé se prépare en faisant dissoudre 1 gr. de sublimé et 5 gr. de sel marin dans 1 litre d'eau. La réunion de ces deux corps donne lieu à la formation d'un sel double de mercure qui n'est précipité que par un petit nombre de corps. Le chlorure de mercure sans addition de sel marin forme, avec les corps albumineux, un albuminate de mercure qui se précipite : le mercure ainsi précipité, devient incapable de pénétrer uniformément les objets.

4) Acides minéraux bruts. En mélangeant 50 centim. cubes (ce qui équivaut à 100 gr.) d'acide sulfurique brut, ou 200 centim. cubes (ce qui équivaut à 250 gr.) d'acide chlorhydrique brut, avec un litre d'eau, on obtient des liquides possédant des propriétés désinfectantes énergiques mais en même temps très caustiques.

5) Lait de chaux. On éteint de la bonne chaux calcinée, en utilisant 600 centim. cubes d'eau pour 1 kil. de chaux, de telle façon que la chaux absorbe l'eau petit à petit de bas en haut. On prend 1 litre (= 500 gr.) de cette chaux éteinte, pulvérulente et fraîche et on la mélange avec 4 litres d'eau. Le liquide blanc ainsi obtenu, est appelé lait de chaux et est utilisé pour la désinfection.

6) Chlorure de chaux. Ce produit est très instable; il doit être fréquemment renouvelé et il faut le conserver dans des bocaux de couleur foncée bien fermés. Ajouté dans la proportion de 1 % à des matières à désinfecter, il tue rapidement les bactéries. Il est utilisé en poudre ou sous forme de pâte que l'on obtient en broyant 1 partie de chlorure de chaux avec 5 parties d'eau. On n'en prépare que la quantité nécessaire pour une journée, et on la verse dans un vase en terre cuite fermé par un couvercle. Il faut faire attention quand on se sert du chlorure de chaux, à la propriété qu'il possède de blanchir les objets.

Les fumigations au chlore, au brome, à l'acide sulfureux autrefois très employées, sont abandonnées avec raison en Allemagne. L'action bactéricide de ces gaz n'est pas considérable et ils ne possèdent pas la propriété, qu'on leur attribuait, de pénétrer dans les fentes et les fissures, propriété qui constituait une des raisons pour lesquelles on les utilisait.

7) Combustion des objets infectés. Les objets fortement infectés et possédant peu de valeur sont livrés au feu. La désinfection par le feu n'est pas toujours facile; ainsi par exemple, une paillasse souillée de selles typhiques ou cholériques, ne peut être brûlée que dans un grand foyer de fabrique ou, ce qui vaut mieux encore, en plein air; aussi est-il souvent plus facile et plus sûr de la désinfecter dans la vapeur circulante.

8) Désinfection par la chaleur sèche. Maints microorganismes, et notamment les spores, sont très résistants à la chaleur sèche; d'un autre côté celle-ci, quand elle est portée à un haut degré, détruit beaucoup de substances et d'objets; enfin elle pénètre difficilement dans l'intérieur d'étoffes pliées : pour ces différentes raisons on ne désinfecte, par cet

agent, que les objets en métal, en verre, et d'autres substances analogues.

9) Ebullition. Il n'y a pas de germes de maladie qui résiste à une ébullition d'une demi-heure — en comptant à partir du moment où l'eau entre en ébullition. — Les objets qui supportent cette dernière peuvent donc être aisément désinfectés par ce moyen. Les linges infectés sont jetés directement, sans aucun rinçage préalable, dans la chaudière à lessive que l'on chauffe; on laisse l'ébullition se prolonger encore 1/2 heure après son début, puis on laisse refroidir et on lave à l'eau et au savon.

Beaucoup d'objets sont altérés par l'eau bouillante ou bien ne peuvent pas du tout être soumis à l'ébullition : tels sont par exemple les oreillers; aussi emploie-t-on de préférence une autre méthode de désinfection qui a pris actuellement, à juste titre, la plus grande extension : nous voulons parler de la

10) Désinfection par la vapeur d'eau. On distingue :

a) la désinfection par la vapeur d'eau saturée à 100°;

b) la désinfection par la vapeur d'eau saturée à plus de 100° (vapeur sous pression).

L'appareil à stérilisation de *Koch*, qui se trouve dans tout laboratoire de bactériologie, représente le système le plus simple pour la désinfection par la vapeur d'eau saturée; tous les autres appareils en dérivent.

Pour obtenir une désinfection assurée, il faut deux choses : l'action d'une température élevée (100°) prolongée pendant environ une demi-heure, et l'humectation des microorganismes.

La réalisation de ces conditions trouve un obstacle dans la présence de l'air.

La vapeur étant chaude et légère, et l'air contenu dans l'appareil étant, au contraire, froid et pesant, on fait bien de placer l'orifice de pénétration de la vapeur en haut et l'orifice pour la sortie de l'air en bas.

La *Fig. 98* représente un appareil simple construit d'après ce principe : l'appareil de *Budenberg* de Dortmund.

Dans cet appareil, la vapeur produite par une chaudière spéciale, pénètre par le haut dans une caisse à désinfection en tôle de forme ovale. L'air et l'eau de condensation sortent par la

partie inférieure. A la partie supérieure de la caisse, est disposé un cadre mobile portant des crochets destinés à supporter les objets à désinfecter. L'appareil est pourvu, en outre, d'un thermomètre dont on peut lire les indications de l'extérieur.

Quand on possède déjà une chaudière à vapeur, il n'est pas nécessaire, pour cet appareil, non plus que pour tous les autres, de recourir à un générateur de vapeur spécial.

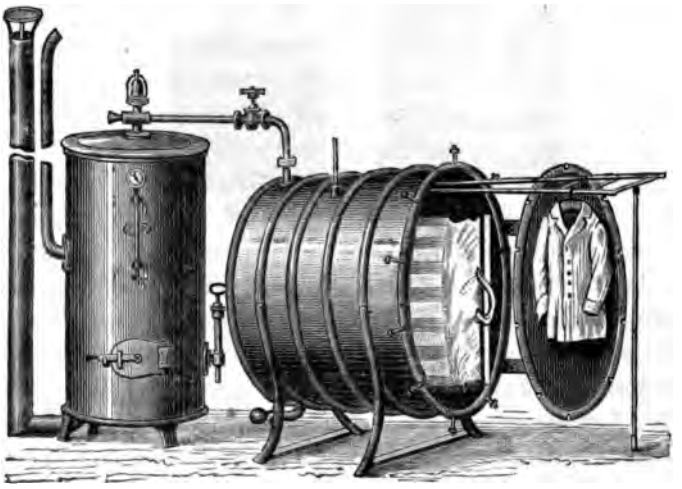


Fig. 98. Appareil à désinfection de *Budenberg*.

Tout récemment, le docteur *Bude* de Copenhague a fait construire par les frères *Schmidt* de Weimar un appareil représenté par la *Fig. 99*. Il consiste en un tonneau en fer reposant sur un support, un fort tuyau et un couvercle spécial qu'on adapte sur une chaudière à lessiver ordinaire; ce couvercle est muni d'un entonnoir pour le remplissage, d'un indicateur du niveau de l'eau et d'une soupape de sûreté. La vapeur est conduite dans le tonneau par le tuyau ; elle chasse l'air en même temps qu'elle pénètre et désinfecte les objets. Cet appareil présente un certain nombre d'avantages : étant donné son prix peu élevé, les plus petites communes et les plus petits hôpitaux peuvent se le procurer : il n'exige pas un générateur spécial de vapeur; on l'installe simplement dans la buanderie à côté de la chaudière; enfin le tonneau sert à la fois pour la désinfection et pour le transport des objets avant et après la stérilisation. Un thermomètre à

sonnerie, placé en dessous du tonneau, sert à indiquer la température (*).

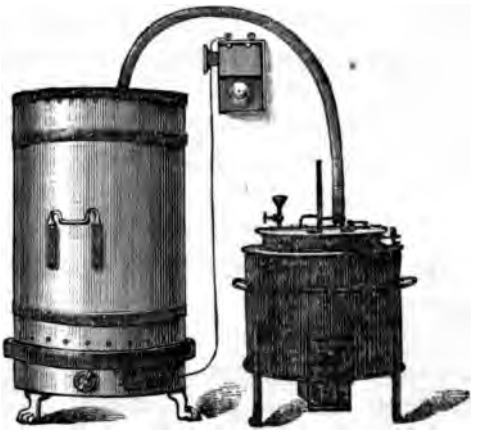


Fig. 99. Appareil à désinfection de *Bude-Schmidt.*

Pour les grands établissements, *O. Schimmel* de Chemnitz fournit des appareils d'une construction plus parfaite mais aussi plus coûteux. La vapeur produite dans une chaudière est conduite dans la chambre à désinfection qui a une forme carrée. Cette chambre représente une caisse en fer encastrée par son milieu dans un mur, et portant à ses deux extrémités des portes fermant hermétiquement. Le mur sépare la salle de désinfection en deux compartiments dont l'un reçoit les objets infectés, tandis que l'autre est exclusivement réservé aux objets désinfectés. La caisse à désinfection possède des parois doubles et contient un tuyau de vapeur percé d'orifices et un tube à ailettes en fer, situé à la partie inférieure, et destiné à chauffer l'intérieur de l'appareil à la façon d'un poêle à vapeur. Au-dessus de cette surface de chauffe, se trouve un chariot en fil de fer qui glisse sur des rails également en fer. Le chariot attiré dans le compartiment destiné aux objets infectés reçoit ceux-ci ; puis on le réintroduit dans la caisse à désinfection, et on ferme les portes. On commence alors à chauffer l'intérieur de la caisse au moyen de la batterie. Quand la température y dépasse 40 à 50° C. on laisse entrer directement la vapeur. Celle-ci chasse l'air qui s'échappe par une ouverture munie d'un registre, et

(*) Dans notre pays, les appareils à désinfection de *Bude-Schmidt* jouissent d'une certaine vogue. L'appareil décrit ci-dessus, a été adopté notamment pour l'Hôpital du corps de discipline et de correction de l'armée à Vilvorde. L'hôpital de Schaerbeek possède également une étuve de ce système mais d'un autre modèle (N. des T.)

porte la température à 100° C. A partir du moment où le thermomètre fixé dans le couvercle de l'appareil marque 100°, on doit encore prolonger la désinfection pendant une demi-heure. On arrête alors l'afflux de vapeur et on laisse entrer l'air qui sèche rapidement les objets; ceux-ci, du reste, ne sont que légèrement humectés. Enfin on ouvre la porte donnant dans le compartiment des objets désinfectés, et on y attire le chariot dont on retire le contenu *(Fig. 100)*.

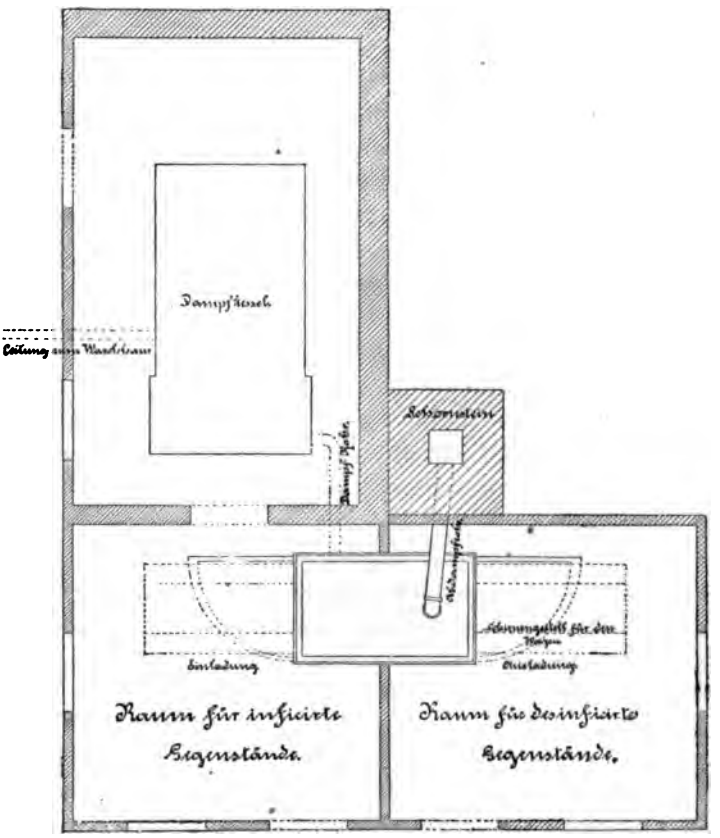


Fig. 100. Installation pour la désinfection à la clinique d'Iéna.

Dampfkessel : chaudière à vapeur. — *Leitung zum Waschhaus :* conduite de vapeur vers la buanderie. — *Schornstein :* cheminée. — *Dampfrohr :* tuyau pour la vapeur. — *Abdampfrohr :* tuyau d'évacuation de la vapeur. — *Einladung :* entrée. — *Ausladung :* sortie. — *Schienengestell für den Wagen :* rails sur lesquels glisse le chariot. — *Raum fur inficirte Gegenstände :* compartiment des objets infectés. — *Raum fur desinficirte Gegenstände :* compartiment des objets désinfectés.

Il existe encore beaucoup d'autres types d'appareils à désinfection par la vapeur (de *Henneberg*, *Thursfield*, etc.); leur description nous entraînerait trop loin.

b) Dans les appareils à désinfection par la vapeur sous pression, la pression à l'intérieur de la chambre de désinfection est plus forte que dans les précédents et, par suite, la température s'y élève davantage : elle monte jusqu'à environ 125° C. En Allemagne, ces appareils sont peu employés jusqu'à ce jour. Par contre, en Angleterre et en France, on les utilise beaucoup. Le plus répandu est celui de *Geneste* et *Herscher* de Paris. La désinfection par la vapeur sous pression s'opère plus rapidement qu'avec la vapeur à 100° C.

Il existe des appareils à la vapeur « sèche », ou, plus exactement, « surchauffée » ; il résulte des expériences faites jusqu'à ce jour que leur action désinfectante n'est pas aussi sûre.

La désinfection à la vapeur est applicable à presque toutes les étoffes, aux matelas en crins de cheval, en crin végétal, en paille, aux objets de literie en plume. Les étoffes ne sont aucunement altérées même par des désinfections répétées. Quant aux étoffes ou aux habits, auxquels on n'a pas fait subir une immersion dans l'eau, dans le but de prévenir un rétrécissement ultérieur, il va de soi qu'ils rétrécissent. Les objets en cuir, chaussures, fourrures, etc., les livres avec des reliures en cuir, ne peuvent être désinfectés par ce procédé, le cuir se ratatinant et étant complètement mis hors d'usage. Il arrive, quand les étoffes sont imprégnées de couleurs de mauvaise qualité, que celles-ci s'enlèvent. Les tapis, les pièces d'habillement doivent être pliés avec soin mais lâchement, car s'il y existe des plis, on ne parvient plus à les faire disparaître après l'action de la vapeur circulante. Pour les objets d'habillement, il vaut mieux les maintenir suspendus à des crochets, dans l'intérieur de l'appareil.

Les objets en métal ou en bois peuvent aussi être stérilisés dans la vapeur ; il faut en excepter pourtant les pièces en bois qui sont réunies par de la colle forte et celles qui sont plaquées. Lorsque le bois contient de la résine, celle-ci en est expulsée et quand il est poli, il se produit souvent, à la surface, des soulèvements sous forme d'ampoules.

Lors du transport des objets infectés, il importe de prendre des mesures pour éviter l'éparpillement des germes morbifiques. Quand ce transport doit se faire à de grandes distances, une première précaution est de se servir de caisses à parois

compactes; dans chacune de ces caisses, on dispose un fort drap de lit propre et humecté, dans lequel on enveloppe les objets infectés. Il est préférable d'employer des caisses munies d'un revêtement intérieur en fer-blanc. En ville, on utilise avec avantage des paniers garnis de toile cirée — la face lisse tournée vers l'intérieur — ou des sacs en toile solide, qu'on trempe dans l'eau avant de les remplir.

Il est facile d'improviser des appareils à désinfection, là où l'on dispose d'une chaudière à vapeur. La disposition suivante adoptée dans la marine allemande a fait ses preuves :

Les objets à désinfecter sont placés dans un tonneau de dimensions convenables (ou une cuve à lessive) sur lequel s'applique sans fermer hermétiquement, un couvercle en planches clouées sur deux morceaux de lattes. On dispose ce tonneau à proximité de la conduite de vapeur. Le tuyau ou le tube en caoutchouc dans lequel circule la vapeur, est amené à travers une ouverture du couvercle jusqu'à 5 centim. au-dessus du fond du tonneau (si le tuyau est en fer, il doit être recouvert d'une enveloppe pour protéger les objets contre la rouille).

On dispose dans le fond du tonneau 2-4 lattes hautes de 8 centim. environ (afin de ménager un espace pour l'eau de condensation), puis on y introduit les objets en couches régulières mais pas trop comprimées. Après avoir mis le couvercle et l'avoir fixé à l'aide de poids, on laisse arriver la vapeur : celle-ci doit avoir, dans la chaudière, une pression d'au moins 1.5 atmosphère.

A partir du moment où un thermomètre placé dans une ouverture du couvercle marque 100°, on laisse encore passer la vapeur pendant au moins une demi-heure.

c) **Choix et mode d'emploi des désinfectants.**

Dans le choix à faire entre les divers désinfectants, on tient compte, d'une part, du genre d'objets à désinfecter et d'autre part, de la nature des germes morbifiques qu'ils renferment. Contre les bactéries pathogènes dépourvues de spores on emploie des désinfectants plus faibles que contre celles qui sont sporulées ou bien on les laisse agir pendant moins longtemps. Le temps nécessaire pour tuer les germes, est d'autant moindre que le désinfectant est plus concentré.

La nature du milieu dans lequel se trouvent les bacilles a également son importance. Se trouvent-ils, par exemple, dans un liquide acide, il faudra, si on veut les tuer à l'aide d'un alcali, y verser une quantité de ce dernier plus considérable que si le liquide avait été préalablement alcalin lui-même. Se trouvent-ils dans un liquide albumineux, le mercure qu'on emploierait se combinerait avec l'albumine, etc.

C'est en tenant compte de tous ces points, que l'on fait un choix parmi les désinfectants.

Lorsque les plafonds et les murs d'une chambre sont blanchis à la chaux, le meilleur moyen de les désinfecter consiste dans un nouveau blanchissage. Si les murs sont peints à l'huile, on les lave avec une solution phéniquée à 5 %. Après 12 à 24 heures, on fait dans les deux cas un lavage à l'eau et à la brosse. Les papiers de tenture sont frottés avec du pain ou avec une éponge mouillée.

Le plancher, les tables, les chaises en bois ou en joncs, les armoires, les commodes, les bois de lit, les portes et fenêtres avec leur encadrement sont badigeonnés soit avec une solution d'acide phénique, soit, pour autant qu'il ne s'agisse pas de bois peints, avec du lait de chaux, puis, après 24 heures, soumis à un lavage à grande eau.

Les meubles polis doivent être frottés avec du pain. Il en est de même des tableaux et glaces, des tableaux à l'huile et de leurs cadres. La surface supérieure des cadres, les corniches, les bordures saillantes des fenêtres et des portes, tous endroits où la poussière s'accumule d'une façon spéciale, sont lavées énergiquement avec une éponge trempée dans une solution phéniquée.

Les habits, les tapis de table et de pieds et autres objets de décors analogues, qui sont du reste superflus dans les chambres de malades atteints d'affections infectieuses, seront mis en paquets avec précaution et portés dans l'étuve à désinfection par la vapeur circulante.

Les linges de corps, les draps de lit, les couvertures de flanelle peuvent être bouillis dans l'eau ou trempés pendant 24 heures dans une solution à 5 % d'acide phénique additionnée de 1 % d'acide tartrique, ou encore désinfectés à la vapeur.

Les courtes-pointes, les étoffes en soie, les vêtements ouatés, les oreillers de plumes, les matelas en crins de cheval, en zostère, en laine, les sacs à paille, en cas de besoin les sommiers et les différentes pièces du lit, pour autant que ces dernières ne peuvent être désinfectées par un lavage avec une solution phéniquée ou par la chaux, sont soumis à l'action de la vapeur circulante.

Les meubles rembourrés, les fourrures sont frottés énergiquement avec une brosse trempée dans une solution phéniquée additionnée d'acide tartrique, puis après les avoir laissés sécher, on les bat et on les brosse énergiquement.

Les objets en cuir, par exemple les bottines, les coussins sont frottés soigneusement avec une solution phéniquée.

Les moyens de transport, voitures, etc., qui ont servi, ne peuvent être utilisés à nouveau, qu'après un lavage à l'acide phénique, une désinfection des coussins dans la vapeur circulante ou un brossage à l'eau phéniquée.

Les matières alimentaires sont désinfectées par le chauffage ou l'ébullition.

Une bonne mesure à prendre pour éviter la décomposition des urines, consiste à verser un peu de solution phéniquée dans les vases.

Les matières fécales peuvent être désinfectées de différentes façons.

Un premier moyen consiste à mettre dans les vases 15 centimètres cubes de lait de chaux, puis, après qu'ils ont reçu les matières, y verser encore une ou deux cuillerées de ce désinfectant.

On laisse ensuite séjourner les matières dans les récipients pendant plusieurs heures, avant de les verser dans la fosse ou dans la tonne mobile. Si les lieux d'aisance déversent leur contenu dans un système de canalisation, on peut y jeter immédiatement les selles mélangées avec le désinfectant. On peut procéder de la même façon partout où, comme dans les hôpitaux par exemple, on pratique une désinfection régulière du contenu des latrines.

Le chlorure de chaux agissant plus rapidement que

la chaux, peut être utilisé là où l'on n'a pas à s'arrêter à la question d'économie. On verse dans les vases, avant de les employer, 15 centimètres cubes de chlorure de chaux en bouillie; après qu'ils ont reçu les selles on y ajoute encore 30 centimètres cubes de ce désinfectant. Au bout de 1/4 d'heure, les germes morbifiques sont tués.

Quant aux matières des fosses et des tonnes, on les désinfecte en versant par la lunette, journellement et à la même heure, une quantité de désinfectant proportionnelle au nombre de personnes qui utilisent ces lieux d'aisance.

Il faut journellement et par personne, 20 centim. cubes de lait de chaux pour les fosses et 30 centim. cubes pour les tonnes; si l'on recourt à la solution brute d'acide sulfocarbolique ou à l'acide sulfurique brut, on emploiera 50 centim. cubes pour les fosses et 60 pour les tonnes; quant à l'acide chlorhydrique brut, il en faut 100 centim. cubes pour les fosses et 120 pour les tonnes.

Les acides ne peuvent être utilisés que pour autant qu'ils n'attaquent pas les récipients.

Si l'on juge opportun de désinfecter les crachats, on verse dans les crachoirs, une solution à 5-8 % d'acide phénique, ou une solution acide de sublimé à 1 ‰. Le vase doit contenir une quantité de liquide désinfectant pour le moins double de la quantité journalière des matières d'expectoration. Les crachoirs devront, du reste, chaque jour, après avoir été vidés, être nettoyés soigneusement avec les mêmes solutions.

Il importe que chaque crachoir soit muni d'un couvercle, afin de prévenir le transport des germes morbifiques par les mouches.

Les microorganismes ne s'échappant pas des milieux humides pour se répandre dans l'air, il suffit, dans la plupart des cas, de recevoir les crachats dans des vases contenant une petite quantité d'eau; on les désinfecte ensuite soit en les brûlant, ce qui peut se faire aisément, soit en les soumettant à l'ébullition, soit en les secouant dans un pot en faïence bien fermé rempli à moitié d'une solution d'acide sulfocarbolique brut (10 %). Nous ne savons pas encore d'une façon certaine, combien de temps les bacilles de la tuberculose se conservent dans les matières en putréfaction; le déversement

des crachoirs dans les lieux d'aisance, ainsi qu'on le pratique fréquemment, n'est donc pas à recommander.

Un convalescent ne pourra être autorisé à sortir d'un établissement ou à reprendre la vie commune qu'après avoir été nettoyé soigneusement dans un bain chaud avec du savon. Il va de soi que ses vêtements doivent être désinfectés avant d'être employés de nouveau : nous croyons nécessaire pourtant d'appeler l'attention sur ce point, notamment en ce qui concerne les maladies des écoliers.

On ne procédera pas à la toilette des cadavres de personnes qui ont succombé à des maladies transmissibles. On les mettra immédiatement en bière et on les enveloppera d'un linceul trempé dans une solution d'acide phénique à 5 %. Lorsque, comme il n'est pas rare de l'observer, des liquides s'écoulent par les orifices naturels, on recouvrira ces derniers de linges imprégnés de la même solution.

Les thermomètres médicaux seront frottés avec un linge trempé dans une solution d'acide phénique ou de sublimé.

Prescriptions légales.

La désinfection devrait, à la rigueur, être pratiquée pour toute affection transmissible. Il n'existe pas, sous ce rapport, de prescriptions légales applicables à toute l'Allemagne; ce sont les autorités locales qui prennent les mesures qu'elles jugent convenables. D'ordinaire, on distingue des maladies pour lesquelles la désinfection est obligatoire, et d'autres pour lesquelles elle est facultative. A Berlin, par exemple, on range dans la première catégorie le choléra, la variole, le typhus exanthématique et le typhus récurrent, la diphtérie, la fièvre puerpérale et la méningite cérébro-spinale, tandis que la fièvre typhoïde, la dysenterie, la scarlatine, la rougeole, la coqueluche, la phthisie pulmonaire sont classées dans la deuxième catégorie. Le médecin fait bien, même pour ces dernières maladies, d'insister pour qu'il soit procédé à une désinfection convenable, tout en restant dans de sages limites.

Il est à désirer de voir un service public de désinfection installé partout, mais son organisation est indispensable dans les agglomérations importantes. Ce service comprend un personnel d'agents désinfecteurs mis au courant de la désinfection des habitations et comprenant bien la façon dont elle doit être

pratiquée. Sur l'ordre des autorités, ou à la demande des intéressés ils se rendent dans les maisons à désinfecter; ils envoient à la station de désinfection tout ce qui peut passer à l'étuve; quant au reste, ils le désinfectent sur place en même temps que l'habitation elle-même.

Il est de l'intérêt des communes de faire en sorte que ce service soit aussi peu coûteux que possible et même, qu'il soit absolument gratuit pour les pauvres.

II. Des principales maladies infectieuses.

1) Le Choléra.

Historique. Les données exactes sur le choléra, qui est originaire du Bengale, datent seulement de l'année 1768. En 1817 cette maladie franchit, pour la première fois, les frontières de l'Inde et se propagea jusqu'en 1823 dans une grande partie de l'Asie. L'épidémie s'éteignit alors pour reparaître 3 ans plus tard et s'étendre de 1826 jusque 1837 sur la plus grande partie du globe. La troisième incursion du choléra eut lieu en 1846; il régna pendant 15 ans dans presque tous les pays. La quatrième pandémie se déroula de 1863-1875; la cinquième, commencée en 1883, en passant de Bombay et de l'Egypte en Europe, n'est pas encore éteinte.

Depuis longtemps déjà, on croyait que le choléra était provoqué par un champignon, mais on n'avait pas de notions sur sa nature. Ce sont les recherches de *Koch* qui ont apporté la lumière dans la question de l'étiologie de cette maladie.

Siège du bacille. Bacille du choléra. *Koch* a découvert qu'il existe, d'une manière absolument constante, dans l'intestin des malades atteints de choléra, des bacilles recourbés en forme de virgule; il les a rencontrés en même temps dans le mucus intestinal, dans les glandes tubuleuses et dans l'épithélium jusqu'au niveau de la membrane basale, mais il ne les a pas retrouvés dans le sang ni dans les organes. Ces bacilles, qu'il serait plus exact d'appeler spirilles, se colorent bien dans une solution aqueuse de fuchsine, mais ne se colorent pas par la méthode de *Gram;* quand on les examine dans du bouillon sur un porte-objet excavé, on constate qu'ils sont extrêmement mobiles, « ils se meuvent

comme un essaim de mouches »; au bout de peu de temps on voit apparaître des formes en S et des spirilles (*Fig. 101*). Sur plaques de gélatine, ils produisent des colonies peu étendues en surface, mais s'étendant plutôt dans la profondeur, en constituant des enfoncements en forme d'entonnoir. A un grossissement de 100 fois, ces colonies apparaissent claires ou d'un léger jaune-rougeâtre, présentant l'aspect de verre pilé (*Fig. 102*). Aspect des cultures.

Fig. 101. Bacilles du choléra d'une culture dans du bouillon.

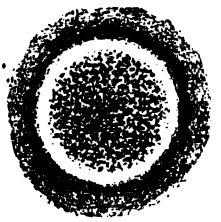


Fig. 102. Culture du choléra sur plaque de gélatine au bout de 5 jours.

Inoculés en piqûre dans un tube de gélatine, ils donnent également lieu à la production d'un entonnoir. La gélatine liquéfiée s'évapore rapidement et il en résulte qu'il semble y avoir une bulle d'air dans la partie supérieure de l'entonnoir. Cultivés sur agar, les bacilles du choléra forment une couche jaune-grise, et sur pommes de terre, une couche jaune-brune; sur sérum, ils se développent abondamment en liquéfiant le milieu nutritif.

Les bacilles du choléra ne produisent pas de spores. Ils résistent peu aux agents chimiques et sont tués par la dessiccation ou par une température de 60°C. Ils sont extrêmement sensibles à l'action des acides, et ils sont facilement étouffés dans leur croissance par les saprophytes. Dans l'eau, à une température d'environ 8°, ils ne se conservent que quelques jours; quand l'eau a une température plus élevée et qu'elle contient des éléments nutritifs, ils se maintiennent plus longtemps en vie. Dans les matières fécales, on les a retrouvés vivants jusqu'au 15e jour. Résistance.

Les bacilles du choléra ont été trouvés dans tous les cas de choléra où on les a recherchés, et jamais dans une autre maladie, ou chez un sujet sain. Les animaux jouissent de l'immunité vis-à-vis de l'infection cholérique. Le cas de choléra qui s'est développé à l'Institut d'hygiène de Berlin et que nous avons rappelé (page 108) démontre que les bacilles sont bien la Action.

cause de la maladie. L'agent actif est un poison du genre des toxalbumines, contenu, d'après les recherches de *R. Pfeiffer*, dans la substance même des bacilles. Injecté sous la peau, ce poison tue les cobayes en 1-3 jours, tandis qu'il est sans action sur les lapins.

Modes d'infection. L'infection par les voies respiratoires peut être exclue, d'une part parce que l'air ne contient que des germes cholériques à l'état sec, par conséquent morts; d'autre part parce que, n'étant pas des parasites du sang, ces germes transportés dans le courant circulatoire, succombent rapidement. L'infection a son point de départ dans les voies digestives. Pour donner naissance à la maladie, les bactéries doivent se trouver dans les aliments et dans la salive avalée.

Voies respiratoires.

L'infection directe, c'est-à-dire l'introduction dans la bouche de matières excrémentitielles de cholériques par des doigts souillés, nous paraît devoir être rare; l'infection indirecte semble devoir être plus fréquente. Dans les matières fécales de personnes atteintes de choléra, il existe des flocons muqueux qui contiennent des bacilles souvent en culture pure. Si ces flocons arrivent sur les linges et si la température est favorable, ils donnent naissance à de véritables colonies de germes de choléra. Aussi est-il fréquent de voir les lavandières frappées de la maladie.

Introduction directe :

Il peut arriver que les bacilles du choléra transportés par les mains ou par des insectes (mouches) qui ont été au contact des selles, arrivent sur les matières alimentaires où ils se multiplient abondamment comme sur un bon milieu de culture. Dans les campagnes, les selles de cholériques jetées sur les fumiers peuvent devenir une cause de contamination des légumes, lesquels, mangés crus, deviennent donc dangereux.

par les aliments,

Si des matières fécales, ou les eaux de lessivage des linges des cholériques, arrivent dans l'eau potable, les bactéries introduites avec des matériaux nutritifs (contenu intestinal) peuvent s'y conserver quelque temps et pénétrer dans l'organisme avec l'eau que l'on boit ou avec celle qui sert aux usages domestiques.

par l'eau.

Les germes du choléra peuvent se développer à la surface et dans les couches superficielles du sol, pourvu que celui-ci soit suffisamment humide et chaud, qu'il n'ait pas une réaction

Infection par le sol.

acide et que les saprophytes ne les étouffent pas. Diverses circonstances, parmi lesquelles nous citerons le contact des mains avec le sol, les insectes, etc., peuvent ensuite transporter ces germes dans l'organisme humain; mais il importe de remarquer, que ce transport ne s'effectue pas par l'intermédiaire de l'air (voir chapitre du sol).

Dans nos régions, la plupart des épidémies éclatent en plein été et au commencement du printemps, par conséquent à une époque qui est favorable à la végétation des bacilles-virgules à l'état de saprophytes. C'est à cette époque également, qu'on fait le plus usage de fruits crus et les catarrhes intestinaux qui prédisposent à la maladie, ne sont pas rares. Epoque des épidémies.

Toutes les personnes dans l'organisme desquelles les germes du choléra pénètrent, ne deviennent pas malades. Le suc gastrique à l'état normal tue les bacilles-virgules. Si sa sécrétion fait défaut, s'il manque d'acide, si l'estomac est atteint de catarrhe ou fortement rempli d'aliments, les bactéries peuvent passer dans l'intestin douées de toute leur vitalité et s'y développer. On peut admettre comme une chose certaine, que d'autres conditions, telles qu'une plus ou moins forte péristaltique, exercent également leur influence. En moyenne 40 à 60 % des personnes atteintes de la maladie y succombent. L'affection est particulièrement dangereuse chez les gens affaiblis et âgés. Il n'est pas rare que le choléra évolue d'une manière fort bénigne et occasionne ce que l'on appelle la « cholérine ». Les cas légers peuvent, du reste, être le point de départ d'une épidémie aussi bien que les cas graves. Mortalité.

Prophylaxie. Les mesures propres à empêcher la propagation de la maladie, se déduisent de ce que nous venons d'exposer. Nous avons déjà indiqué, pages 373 et 374, celles de ces mesures qui sont applicables à un pays ou à une ville. Les précautions à prendre pour les personnes elles-mêmes, présentent quelques particularités que nous allons signaler.

Le germe du choléra ne supportant pas une température de 60°C., la meilleure précaution consiste à soumettre à une température élevée, peu de temps avant de les utiliser, toutes les substances alimentaires qui, en raison de leur nature, peuvent contenir ce germe. On nettoie les ustensiles dans l'eau bouillante et on protége la viande fraîche, le pain, etc. contre les

mouches. Avant chaque repas, on doit se laver les mains. Les catarrhes de l'estomac et les excès de table doivent être soigneusement évités. Pour toute diarrhée, on prendra les mêmes mesures de désinfection que s'il s'agissait du choléra. En raison de la grande sensibilité des bacilles à l'action des acides, l'acide sulfophénique et les acides minéraux tiennent la première place quand il s'agit de la désinfection des matières fécales. Lorsqu'un cas de choléra se déclare dans une maison, il faudra désinfecter les selles, le lit et les literies, les ustensiles qui ont été employés par le malade et le plancher. Quant aux murs il n'y a lieu de les désinfecter que s'ils ont été souillés par les évacuations des patients. Enfin après la désinfection, la chambre est soumise à un grand aérage, séchée, en s'aidant éventuellement du chauffage, et on ne l'utilise qu'au bout de 4 à 6 jours.

Une ordonnance très détaillée du ministère prussien du 14 juillet 1884 — les autres Etats ont des règlements à peu près identiques — contient les mesures à prendre avant l'apparition du choléra et pendant son cours : à cette ordonnance est annexée « une instruction sur la nature du choléra et sur la conduite à suivre en temps d'épidémie cholérique » par *Koch*, *Skrzeczka* et *v. Pettenkofer* dans laquelle on trouve résumé et mis à la portée de toutes les intelligences, tout ce que le public a intérêt à connaître (*).

2) Le Typhus abdominal.

Klebs, *Rob. Koch* et *Eberth* avaient constaté dans les cadavres de sujets morts de fièvre typhoïde, des bacilles qu'ils considéraient comme la cause de la maladie. *Gaffky* a démontré leur présence constante et a étudié le premier d'une manière précise, leurs propriétés biologiques.

Localisations. Les bacilles du typhus siégent dans les plaques de Peyer, dans les ulcères de l'intestin, dans les ganglions lymphatiques de l'abdomen et dans les matières fécales; ils ont été

(*) En Belgique, un Arrêté royal, du 30 juillet 1883, a rendu obligatoire la déclaration des cas de choléra. Deux arrêtés de la même date sont relatifs aux mesures de défense concernant les linges, chiffons, etc. contaminés et concernant l'importation et le transit des marchandises aux frontières de terre et de mer. L'Administration du service de santé au ministère a prescrit de faire procéder à l'examen bactériologique des déjections des personnes atteintes d'une affection suspecte d'être le choléra (31 juillet 1883). Elle a publié des notices sur la désinfection ainsi que sur les précautions à prendre en temps d'épidémie cholérique (N. des T.).

trouvés, en outre, dans le foie, la rate et parfois dans le sang et l'urine. Les bacilles ne sont pas très abondants dans le corps des typhiques; ils sont réunis en petits amas et les parties des tissus situées entre ces amas en sont exemptes.

Les bacilles typhiques ne se développent pas dans le corps des animaux; il en résulte qu'inoculés en petites quantités ils ne déterminent pas d'effets; par contre, en injectant de grandes quantités de ces germes ou de leurs produits de désassimilation, on peut provoquer une intoxication. Les poisons actifs des bacilles typhiques paraissent constitués en première ligne par des toxalbumines, puis par des toxines (la typhotoxine de *Brieger*). Action.

Les germes du typhus sont de petits bâtonnets grêles à extrémités arrondies, souvent réunis en filaments dans les cultures (*Fig. 103*). Ils sont très mobiles et possèdent des cils Caractères.

Fig. 103. Bacilles typhiques, culture sur pomme de terre.

Fig. 104. Colonie sur gélatine située dans la profondeur.

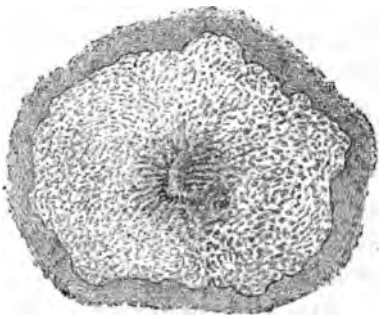


Fig. 105. Colonie sur gélatine à la surface.

fixés sur les côtés. Leur meilleur colorant est la fuchsine phéniquée; ils ne se colorent pas par la méthode de *Gram*.

Bien qu'ils ne produisent pas de spores, ces bacilles sont doués d'une assez grande résistance vitale. Sur plaques de gélatine, les colonies développées dans la profondeur sont arrondies, à bords nets, et apparaissent colorées en gris-jaunâtre (*Fig. 104*). Les colonies superficielles sont grises, transparentes, légèrement striées et s'étendent en surface (*Fig. 105*). Quand on les ensemence en piqûre dans la gélatine, la partie profonde de la culture forme une ligne grise qui plus tard devient brunâtre; à la surface, les bacilles se développent en une couche d'une coloration gris-bleuâtre. Il ne se produit jamais de liquéfaction de la gélatine. Sur agar et sur sérum les bacilles typhiques

forment une couche gris-blanchâtre. Tous les caractères que nous venons d'indiquer, le bacille du typhus les possède en commun avec une foule d'autres microorganismes très proches de lui et non pathogènes. Il se distingue nettement et sûrement de ces derniers en ce qu'il ne produit pas d'indol, et en ce que sur pommes de terre acides et bouillies, il se développe sous forme d'une pellicule mince, assez ferme, brillante et à peine visible. On ne peut jamais établir le diagnostic de bacille du typhus, en l'absence de ce dernier caractère. La dessiccation, la putréfaction, les basses températures et les bactéries saprophytes ont assez peu d'action sur lui.

Dans l'eau de puits pure et froide, le bacille typhique se maintient en vie pendant environ 8 jours; dans l'eau souillée et chaude il se conserve plus longtemps. Une température de 70° environ les tue. Dans les couches superficielles du sol, il peut se multiplier jusqu'à 1 mètre environ de profondeur. Les substances alimentaires habituelles cuites constituent également un bon milieu de culture pour cet organisme.

Transport direct. Modes d'infection. Il est permis de croire que dans bien des cas, les bacilles évacués avec les selles ou plus rarement avec l'urine des typhiques, sont transportés directement dans l'économie, les personnes préposées à la garde et aux soins des malades par exemple, venant à porter à la bouche les doigts souillés.

Transport indirect. Le plus souvent, cependant, ce transport doit se faire d'une façon indirecte; ainsi, les matières contenant des bacilles sont jetées sur le fumier, dans les lieux d'aisance, éparpillées partout, elles restent adhérentes aux vêtements et à d'autres objets et de là elles arrivent au contact des mains ou des aliments et sont introduites dans la bouche. De plus, l'eau de boisson ou l'eau destinée aux usages domestiques peut être infectée. Cette eau contenant des bacilles typhiques peut être bue ou bien servir au lavage ou au recurage des ustensiles qui deviennent ainsi le moyen de transport des germes. Le lait constitue un excellent milieu de culture pour ces germes, et on l'a souvent accusé d'avoir été la cause de la propagation de la fièvre typhoïde.

Les bacilles typhiques arrivés accidentellement dans les couches supérieures du sol, parviennent à l'homme de la même

façon que les bacilles du choléra; mais, comme ils supportent la dessiccation, ils peuvent en plus être soulevés avec la poussière et s'introduire avec l'air inspiré. Il est douteux toutefois, que l'infection puisse se produire par la voie des poumons : les bacilles typhiques ne sont pas de véritables parasites du sang et les quelques organismes isolés qui pourraient y pénétrer, y succomberaient rapidement. Le siège primitif de l'affection dans la muqueuse intestinale, parle également contre cette hypothèse. Cependant les microbes apportés par la respiration dans le nez et le pharynx, peuvent s'y multiplier puis être avalés avec la salive et donner lieu ensuite à l'infection dans l'intestin.

Le typhus abdominal paraît exister dans toutes les régions du globe. En Allemagne, c'est surtout au printemps et en hiver, qu'éclatent les épidémies ou que les endémies prennent une recrudescence.

Les mesures prophylactiques indiquées dans la partie générale de ce chapitre, s'appliquent au typhus. Disons cependant que l' « assainissement » d'une localité constitue pour cette maladie endémique dans beaucoup de régions, le facteur le plus important de prophylaxie. Dans certaines villes, on a observé une diminution dans la mortalité par fièvre typhoïde, à la suite de l'établissement d'un meilleur approvisionnement d'eau, ailleurs, à la suite de l'installation d'un système de vidange ou d'une canalisation pour l'évacuation des immondices.

Il faut considérer que des installations de ce genre ne manifestent pas seulement leur action bienfaisante, dans le domaine étroit pour lequel elles ont été établies, mais qu'elles ont une portée bien plus générale; de la somme des améliorations qu'elles produisent, il résulte ainsi une influence favorable sur l'état sanitaire.

3) La Tuberculose.

Klencke et *Villemin* (*), les premiers, soutinrent d'une manière absolue l'idée de la contagiosité de la tuberculose. Une

(*) C'est le 15 janvier 1865 que *Villemin* annonça à l'Académie de Médecine de Paris qu'il était parvenu à inoculer la tuberculose aux animaux (N. des T.).

foule d'observateurs suivant l'impulsion ainsi donnée s'occupèrent de cette question. Ce fut *Rob. Koch* qui réussit à apporter la preuve irréfutable que la tuberculose est une véritable maladie infectieuse.

C'est dans ses recherches sur la tuberculose que *Koch* a montré tout son génie et sa volonté de fer. Il lui fallait imaginer de nouvelles méthodes de coloration, de nouveaux procédés de culture; il devait surmonter la difficulté de tenir éloignés du bacille tuberculeux encore inconnu, d'autres bactéries qui l'auraient étouffé; il avait à trouver des animaux aptes à subir l'infection, en un mot, de quelque côté qu'il se tournât il rencontrait de nouveaux obstacles. L'illustre bactériologiste les surmonta tous. Il apporta la preuve que le bacille découvert par lui est la seule cause de la tuberculose et cela d'une façon tellement précise, que ceux-là seuls qui ignoraient ses recherches purent essayer de s'attaquer au monument scientifique qu'il venait d'édifier. *Koch* montra, en outre, que la tuberculose d'une part, la scrofulose et le lupus d'autre part, sont identiques; il prouva que la pommelière des bovidés, les diverses formes de tuberculose des animaux domestiques, à l'exception de la tuberculose aviaire, sont produites par le même bacille que la tuberculose chez l'homme.

Le Bacille de la tuberculose. *Koch* commença par inoculer des cobayes avec des crachats tuberculeux, puis les animaux étant devenus malades, il les sacrifia et trouva, dans les tubercules des organes, des matériaux à l'état de pureté pour entreprendre ses études. Il transporta de petits morceaux de ces organes sur du sérum maintenu à une température de 37°C. et il vit le développement se manifester, au plus tôt, au bout de 14 jours.

Développement.

La colonie se développe à la surface du milieu, sous forme d'une couche sèche, grise, constituant des écailles. Le microscope montre, à un faible grossissement, un arrangement caractéristique des microorganismes en mèches ou en stries. A un grossissement de 500 fois, on distingue les bacilles sous forme de bâtonnets grêles, fins, de dimensions variables, à extrémités arrondies; souvent on observe dans leur intérieur, après coloration, des endroits clairs à limites peu nettes, que l'on a pris fréquemment pour des spores, mais qui sont probablement des

vacuoles. Au reste, la question de savoir si ces microorganismes produisent des spores n'est pas résolue.

Les bacilles de la tuberculose prennent difficilement les couleurs ordinaires d'aniline; par contre, quand ils ont été soumis pendant quelque temps à l'action de matières colorantes additionnées d'huile d'aniline ou d'acide phénique ils manifestent une grande résistance à l'action décolorante des acides. Coloration.

Les meilleures méthodes de coloration sont celle d'*Ehrlich* et celle de *Ziehl-Neelsen*. Exposons brièvement cette dernière. Les crachats étant versés sur une plaque en verre noire, on choisit les petites particules jaunâtres et fermes, on les écrase entre deux couvre-objets; après avoir laissé sécher ces derniers on les passe à travers une flamme puis on les dépose dans une solution de fuchsine phéniquée et l'on chauffe; on lave ensuite dans l'eau, on plonge quelques secondes dans une solution d'acide sulfurique à 5 %, on décolore dans l'alcool à 70 %, on lave à l'eau puis, après avoir passé la préparation dans une solution aqueuse diluée de bleu de méthylène, qui la colore légèrement, on lave encore une fois dans l'eau et on examine. Les bacilles tuberculeux apparaissent rouges et le reste bleu (*).

Pour obtenir des cultures on dépose, en frottant énergiquement, des parties d'organes contenant des tubercules ou des cultures pures, sur de l'agar nutritif contenant 5 % de glycérine.

(*) Le procédé suivant, que nous employons depuis longtemps, est plus expéditif et plus pratique; il donne de très bons résultats :

1° Plonger pendant 5 minutes, le couvre-objet recouvert d'une couche mince de crachats et passé à la flamme, dans le liquide suivant qui colore tous les éléments de la préparation en rouge :

Rouge d'aniline (fuchsine)	4 gr.
Acide phénique	10 gr.
Alcool	40 gr.
Eau	200 gr.

2° Après lavage à l'eau, placer le couvre-objet pendant 1/2 minute dans un second liquide dont l'acide décolore tout, à l'exception des bacilles tuberculeux qui restent rouges, et dont le bleu de méthylène teint ensuite en bleu tous les autres éléments décolorés par l'acide :

Acide sulfurique	20 c.c.
Eau	80 c.c.
Alcool	50 c.c.
Bleu de méthylène à saturation.	

On lave à l'eau et si la préparation ne présente pas une teinte d'un bleu pur, on la remet pendant 1/2 minute dans le bain colorant n° 2, puis on lave, on sèche et on examine (N. des T.).

Résistance. Les bacilles de la tuberculose sont assez résistants. Bien qu'ils ne semblent pas former de spores, ils supportent la dessiccation durant des semaines et des mois. Le suc gastrique n'abolit pas leur vitalité; on les a retrouvés en vie, même après un an, dans des matières en putréfaction; déposés dans les couches supérieures du sol, ils résistent aux rigueurs des froids de l'hiver; une température de 70° les tue au bout d'environ deux heures. Exposés à la lumière diffuse du jour ou à la lumière solaire, ils succombent au bout de peu de jours ou de semaines.

Dans les conditions où on les observe dans la nature, les bacilles de la tuberculose sont des parasites obligés.

Action d'irritation des bacilles. Chez les animaux qui sont sensibles à leur action, les bacilles tuberculeux commencent par exercer une irritation. Celle-ci détermine, suivant quelques auteurs, une émigration de leucocytes vers l'endroit irrité ou bien, suivant une opinion plus générale, elle agit sur les cellules fixes du tissu, pour provoquer la kariokinèse et une prolifération abondante. De l'une ou de l'autre façon, on voit apparaître ce qu'on appelle le tubercule lymphoïde. Sur certaines cellules, l'irritation déterminée par les bacilles qui ont pénétré dans leur intérieur, est tellement forte, qu'il se produit une division très active du noyau, tandis que le corps même de la cellule ne peut le suivre; son plasma, d'après *Weigert*, subit plutôt rapidement, sous l'influence des bacilles, la nécrose de coagulation. Les grandes cellules à noyaux multiples qui en résultent, constituent les « cellules géantes ».

Action nécrosante. La formation de ces cellules géantes peut être considérée comme la première manifestation de la métamorphose régressive, qui constitue le second stade de l'action des bacilles, leur action destructive. Les cellules du tubercule meurent également par nécrose de coagulation; celle-ci débute par le centre. Les contours des cellules deviennent moins nets, les noyaux disparaissent et la propriété d'absorber les matières colorantes diminue. La marche ultérieure dépend de l'espèce animale; chez les bovidés, il se fait de forts dépôts calcaires; chez les cobayes, il se produit une gangrène sèche; chez le singe et l'homme, une caséification.

Lésion primaire. Tantôt le bacille introduit dans les tissus, s'arrête à l'endroit même de l'invasion et y donne naissance à un tubercule;

tantôt, mais plus rarement, il est repris par le courant lymphatique ou par les cellules migratrices et, avant d'avoir pu proliférer, il est entraîné dans les tissus ou dans le ganglion lymphatique voisin, où se produit seulement la lésion primaire. Des premiers endroits d'invasion, la propagation des bacilles se fait principalement par la voie des vaisseaux lymphatiques. Ils ne paraissent circuler que rarement dans le sang.

Tuberculose miliaire.

Lorsque, par exemple à la suite de l'ouverture d'un foyer caséeux, des masses considérables de bacilles tuberculeux sont poussées dans les gros troncs lymphatiques ou dans les vaisseaux sanguins, il se produit, à la suite de leur dispersion dans les divers organes, une « tuberculose miliaire aiguë », ainsi appelée par opposition à la « tuberculose chronique »; celle-ci est due à la pénétration des bacilles dans des organes d'importance secondaire, par poussées peu abondantes et répétées, de bacilles détachés isolément des foyers existants.

Guérison et état latent.

Il n'est pas rare que la tuberculose aboutisse à une guérison définitive ou relative. Dans ce dernier cas, la maladie est latente, c'est-à-dire qu'un petit foyer peut exister pendant des années et des dizaines d'années, sans que les bacilles doués de vitalité qu'il contient, envahissent les tissus. Pour expliquer ce phénomène, on invoque une obstruction des canaux lymphatiques par des exsudats, ou un développement de cellules, ou un état léthargique des microbes provoqué par l'action de leurs produits de désassimilation emprisonnés en même temps qu'eux-mêmes, état dans lequel ils se conservent avec un degré minimum de vie.

Toxalbumine.

D'après les recherches d'un grand nombre d'observateurs, on doit admettre que la toxalbumine de la tuberculose se produit dans la substance même des bacilles, et qu'elle est contenue dans leur épaisseur d'où elle se répand dans les sucs de l'organisme.

La fréquence de la tuberculose varie beaucoup. Il y a des localités où la maladie n'existe pas ou est rare : telles sont, par exemple, les hauteurs du Mexique, de l'Equateur, de la Bolivie.

Les parties élevées de la Suisse, de la Silésie ou du Harz se distinguent par une faible mortalité tuberculeuse. Peut-être le développement plus considérable des organes respiratoires,

dû à une habitude de faire des inspirations profondes, détermine-t-il un accroissement de résistance; peut-être aussi l'éclairage vif, le rayonnement intense qui existent dans ces régions, exercent-ils une influence sur la destruction des bacilles rejetés avec les produits d'expectoration, de sorte qu'il y a moins de matériaux d'infection.

D'un autre côté, il existe des localités qui sont fortement éprouvées par la tuberculose. En Allemagne, cette maladie occasionne en moyenne 15 °/° environ des décès; à Munster en 1886, 87 et 88, cette proportion s'est même élevée à 23 °/°. En Prusse, durant les années 1875-79, sur 10,000 habitants, 31.47 sont morts annuellement de tuberculose. Mais tandis que dans les provinces de l'est, la mortalité par tuberculose était de 15-20 pour 10,000 habitants, dans les provinces westphaliennes et rhénanes elle s'élevait annuellement jusqu'à 54. Pendant ces années 1875-79, pour 36.88 décès par tuberculose dans les villes, il y en eut 29.43 dans les campagnes. Relativement au sexe, la mortalité moyenne sur 10,000 personnes de chaque sexe fut, pour les hommes 35.48 et pour les femmes, 28.55 (*).

Influence de l'âge. Les cas de tuberculose se répartissent d'une manière toute spéciale suivant les âges. Voici, d'après *Würzburg*, les chiffres de la mortalité pour 10.000 sujets aux différents âges (**) :

(*) D'après les documents du bureau d'hygiène de Bruxelles, pendant les années 1876 à 1887, la tuberculose a déterminé, dans cette ville, en moyenne, 20.41 °/° des décès et une mortalité de 49.55 pour 10,000 habitants. Il résulte des statistiques que cette maladie y diminue de fréquence (N. des T.).

(**) En prenant pour base le nombre des décès produits par les diverses manifestations morbides de la tuberculose au cours des années 1885, 1886 et 1887 à Bruxelles, MM. *Destrée* et *Gallemaerts* (La tuberculose en Belgique, mémoire à l'Académie de Médecine, 1889) sont arrivés aux chiffres suivants indiquant la mortalité par âge et par sexe pour 10 000 individus vivants. Ces chiffres diffèrent sensiblement de ceux qui sont indiqués par *Würzburg*.

Age :	Décès : Sexe masculin	Sexe féminin
0 à 6 mois	87	108
6 à 12 »	168	87
2 à 5 ans	80	86
6 à 15 »	11	14
16 à 20 »	22	19
21 à 30 »	61	41
31 à 40 »	89	42
41 à 50 »	87	43
51 à 60 »	73	19
61 à 70 »	49	17
71 à 80 »	6	5
81 à 90 »	3	»

(N. des T.)

Age	Décès
0—1	23,4
1—2	20,4
2—3	12,5
3—5	6,8
5—10	4,6
10—15	5,8
15—20	18,3
20—25	30,2
25—30	36,7
30—40	41,1
40—50	48,4
50—60	67,9
60—70	93,1
70—80	61,7
au delà de 80	25,8

Il ressort de ce tableau, que la probabilité de mort par tuberculose augmente avec l'âge, contrairement à l'opinion régnante, suivant laquelle c'est à la fleur de l'âge que cette maladie fournit son plus grand contingent. Cependant quand on compare la mortalité par tuberculose à la mortalité générale aux différents âges, on constate, qu'en fait, pendant la période de la fleur de l'âge, la première comporte environ 1/3 de la seconde. Cela provient de ce que la mortalité générale est très faible pendant cette période de l'existence, tandis que la mortalité par tuberculose suit une progression ascendante.

de la profession,

La profession a une influence sur la mortalité par tuberculose. *Cornet* a démontré que la phtisie emporte 60 % des membres d'ordres religieux qui s'occupent de soigner les malades. Nous avons déjà dit, dans le chapitre de l'hygiène industrielle, que les ouvriers occupés dans les industries à poussières paient un large tribut à cette affection.

de l'humidité.

L'humidité du sol et des habitations a été considérée également comme une cause de la grande mortalité par phtisie. Cette opinion se comprend dans une certaine mesure : l'humidité fournit aux bacilles des conditions favorables à la conservation de leur vitalité et favorise, en outre, le développement des catarrhes.

Plaies.

Modes d'infection. Les bacilles peuvent arriver dans l'organisme par diverses voies. L'infection au niveau d'une plaie (tubercule anatomique), ou d'une surface eczémateuse, n'est pas fréquente. Le tissu dense de la peau ne constitue pas un milieu favorable pour le développement du tubercule. La possibilité de transmission de la maladie par la vaccination paraît douteuse.

Le sperme tuberculeux peut, bien que rarement, donner naissance à une infection.

Tube digestif.

Si les bacilles de la tuberculose arrivent dans le tube digestif, ils peuvent le traverser sans déterminer d'effet nuisible. Mais s'ils engendrent l'infection, on voit se produire dans la paroi intestinale le tubercule ou un ulcère tuberculeux, ou bien le bacille traverse simplement les tissus de cette paroi et va former le foyer primaire dans le ganglion lymphatique le plus proche.

L'infection peut provenir des crachats avalés par les phtisiques (auto-infection) ou des aliments contenant le bacille, par exemple, la viande et surtout le lait d'animaux tuberculeux.

Appareil respiratoire

Il y a une cause d'infection plus importante que toutes les précédentes réunies, c'est l'introduction des bacilles dans l'économie par les phénomènes de la respiration. La plupart des cas de tuberculose chez l'homme ont leur point de départ dans les poumons. Ceux-ci, ou les ganglions qui en sont le plus rapprochés, sont ordinairement atteints en premier lieu et le plus gravement. *Cornet* a du reste démontré que la poussière des appartements occupés par des phtisiques contient constamment des bacilles virulents, quand les malades montrent peu de soin et de gêne dans leur façon de rejeter les produits d'expectoration.

Les crachats projetés sur le sol s'y dessèchent et, par suite du va et vient dans l'appartement, ils se résolvent petit à petit en poussière; celle-ci, soulevée par le balayage, s'introduit dans les organes respiratoires des personnes bien portantes. La même chose se produit quand on se sert de mouchoirs de poche pour y recevoir les crachats. Le phtisique devient sans danger pour son entourage, quand il rejette avec précaution ses expectorations qui — abstraction faite de la tuberculose intestinale et

uro-génitale — contiennent seules les bacilles. S'il ne prend pas ces précautions, il constitue une source de propagation de la maladie.

Une certaine prédisposition paraît nécessaire pour le développement d'une infection tuberculeuse. Cette prédisposition peut être héréditaire ou acquise. Prédisposition.

Dans le premier cas, l'individu présente habituellement ce qu'on appelle l'habitus phtisique : cage thoracique longue et étroite, omoplates écartées, cœur petit, vaisseaux minces, sang pauvre, etc. Quant à la prédisposition acquise, elle est la conséquence de toutes les conditions qui entraînent un affaiblissement du corps ou des poumons. Les excès alcooliques et vénériens, les maladies graves, le surmenage, la faim et la misère tiennent le premier rang parmi les causes de prédisposition générale; les catarrhes (rougeole, coqueluche) et les lésions des organes respiratoires (contusions, inhalations de poussières) sont les principales causes de prédisposition locale.

On a souvent agité la question de savoir si le bacille de la tuberculose est transmis par les parents à l'enfant. La transmission du germe par le père, au moment de la conception, semble devoir être laissée de côté. Quant à la transmission par la mère, soit directement avec l'œuf, soit par la voie de la circulation placentaire, elle est certainement possible, mais elle paraît se produire rarement, de sorte qu'elle n'entre que peu en ligne de compte dans l'étiologie de la maladie. Hérédité.

L'opinion fort répandue autrefois que la tuberculose est fréquemment héréditaire, provenait de ce que l'on confondait l'hérédité avec l'infection qui se fait d'un membre d'une famille à l'autre.

La prophylaxie peut être dirigée contre l'infection et contre la prédisposition. La tuberculose débutant le plus souvent dans les points des poumons qui respirent le moins, les sommets, il convient de faire faire dès l'enfance une forte gymnastique pulmonaire. Dans le choix d'une profession, il y a lieu de tenir compte de l'existence éventuelle d'une prédisposition. Les convalescents, surtout ceux qui ont été atteints de rougeole et de coqueluche, doivent être soigneusement mis à l'abri de toute cause d'infection; les enfants ne fréquenteront Prophylaxie : contre la prédisposition.

pas trop tôt l'école et l'on s'efforcera de les fortifier le plus possible. On évitera toutes les causes de catarrhe : inhalation de poussières, etc.

contre l'infection par les aliments

Afin de prévenir l'infection tuberculeuse, on surveillera tout d'abord l'alimentation. Bien que, jusqu'à ce jour, on n'ait pas démontré la présence de bacilles dans le lait de femmes tuberculeuses, on ne doit pas laisser allaiter une femme phtisique. On peut même être obligé d'éloigner l'enfant, afin d'éviter la contagion au foyer de la famille. Lorsqu'on doit le nourrir au moyen de lait de vache, il faut que celui-ci soit toujours bouilli. On doit chercher à répandre de plus en plus dans les classes populaires, l'usage d'appareils à bon marché pour la stérilisation du lait.

La question de savoir comment il est possible de se procurer du beurre et du fromage exempts de bacilles, n'est pas encore complètement résolue. La viande d'animaux tuberculeux doit être autant que possible rejetée. Il faut combattre la mauvaise habitude de manger de la viande crue. Enfin, on doit s'efforcer de prévenir le développement de la pommelière.

contre l'infection par l'appareil respiratoire

Le principal danger réside dans les crachats. Les animaux qui ne toussent pas (lapins, cobayes), malgré qu'ils offrent une prédisposition bien plus développée que l'homme, souffrent rarement de tuberculose spontanée.

Il faut bien faire comprendre au malade et aux membres de la famille, que c'est par l'intermédiaire des crachats que se fait la contamination. On évitera de recevoir ces produits dans le mouchoir de poche ou dans un crachoir rempli de sable, de sciure de bois, ou d'une matière sèche analogue et surtout de les rejeter sur le sol ; on emploiera des vases en verre munis d'un couvercle et dont le fond contient une couche d'eau, ou bien est maintenu humide. On remplacera les mouchoirs de poche par des crachoirs de poche tels que ceux qui ont été proposés par *Dettweiler*.

Dans les établissements publics, les voitures de chemins de fer, les fabriques, les ateliers, etc., il faut mettre à la portée de tous de nombreux crachoirs ou vases en verre, dans lesquels il y aura toujours de l'eau et qui seront lavés journellement. Dans les salles fréquentées par des tuberculeux, on fait chaque jour un nettoyage humide des planchers et des meubles. On

mettra le plus grand soin à entretenir la propreté et à éviter les poussières. Dans les écoles, les maîtres feront attention aux enfants qui toussent et éventuellement les enverront chez le médecin. Ceux qui toussent habituellement seront placés à l'extrémité d'un banc et on mettra à leur disposition un crachoir. Il est absolument nécessaire de procéder de temps en temps à la désinfection des appartements, des ustensiles et des linges servant aux malades atteints de tuberculose; on désinfectera de même les objets provenant de personnes mortes de cette affection. La tuberculose doit passer du groupe des maladies à désinfection facultative, dans celui des maladies à désinfection obligatoire. Le placement des tuberculeux dans des établissements hospitaliers spéciaux et la création de stations pour leur traitement sont fortement à recommander. Il est nécessaire que le public ait son attention attirée sur le danger dont le menace la tuberculose pour qu'il secoue son apathie et son indifférence vis-à-vis de ce péril; mais il faut en même temps, lui faire connaître les moyens et la voie pour réussir à l'emporter dans la lutte contre cette maladie, qui est la plus terrible de toutes celles qui affligent l'humanité.

Prescriptions légales.

Ce n'est que depuis peu de temps, que la loi prescrit des mesures contre la tuberculose. En Prusse, le ministre a ordonné (25 avril 1889) l'usage exclusif de crachoirs contenant des liquides dans les pénitenciers, les prisons, les maisons de correction. Les cellules dans lesquelles se sont trouvés des détenus qui toussaient, doivent être nettoyées et désinfectées. Les établissements doivent se procurer les appareils à désinfection nécessaires. Les prisonniers tuberculeux doivent, autant que possible, être isolés. Il existe des prescriptions tout à fait analogues pour les asiles d'aliénés tenus par des particuliers (31 mars 1889). A Berlin une ordonnance de police du 8 décembre 1890, a rendu obligatoire la désinfection des hôtels et maisons de logement ouverts au public, chaque fois qu'il y est arrivé un cas de tuberculose, et le médecin est obligé de faire la déclaration des cas qu'il observe dans ces établissements. Mais, de toutes les ordonnances, la plus importante est celle du 10 décembre 1890 qui a été publiée dans presque tous les journaux officiels. Elle contient les mesures que nous avons indiquées dans ces dernières pages.

La place relativement considérable que nous avons accordée, dans ce manuel, à la tuberculose, se justifie par l'importance de cette maladie qui enlève, dans certaines parties de l'Allemagne, au-delà de 22 % de la population.

4) La Diphtérie.

Le germe de la diphtérie. Le germe de la diphtérie est un bâtonnet découvert par *Löffler;* il ne se rencontre pas dans les organes ni dans le sang, mais dans ce que l'on appelle les plaques diphtéritiques. Habituellement il est associé à un streptocoque qui, jusque maintenant, s'est montré identique avec le streptocoque pyogène.

Les bacilles de la diphtérie se colorent facilement par les couleurs ordinaires d'aniline, et se présentent sous l'aspect de gros bâtonnets à bords arrondis. Leur forme varie : souvent ils sont grêles et de diamètre uniforme, puis ils deviennent courts, même plus larges que longs, ou renflés en massues. Il n'est pas rare de rencontrer les différentes formes réunies dans les filaments courts, que ces organismes constituent par leur réunion. Ils ne sont pas mobiles et ne forment pas de spores. Ils se développent le mieux sur le sérum, moins bien sur l'agar; cependant ils s'habituent à ce dernier milieu et s'y cultivent bien, mais ils perdent alors de leur virulence. Dans la gélatine nutritive, c'est-à-dire à la température de la chambre, ils végètent misérablement.

Les bacilles de la diphtérie ne supportent pas une température supérieure à 55°C.; ils résistent bien à la dessiccation; on les a encore retrouvés vivants dans des membranes desséchées, après quatre mois. Dans un milieu nutritif humide, ils se conservent quelquefois un et même jusque deux ans. Ils ont été retrouvés dans la gorge d'un malade, 4 semaines après le début de l'affection.

Virulence. La virulence des bacilles varie beaucoup; quand on les cultive, tantôt ils perdent leur propriété infectieuse, tantôt ils la conservent. Un cas bénin peut être le point de départ de cas graves.

Löffler lui-même, a trouvé chez un enfant bien portant, un microorganisme qui ne se laisse pas différencier avec certitude,

au point de vue morphologique, du bacille de la diphtérie, mais qui n'est pas pathogène. Ce « bacille pseudo-diphtéritique » constitue-t-il une espèce tout à fait différente ou seulement une variété atténuée? c'est ce qui reste à savoir. Des essais entrepris dans le but de le rendre virulent ont échoué.

Le bacille de la diphtérie agit par sa toxalbumine. Ce poison dissous dans l'eau injecté à des cobayes, les tue à la dose de 2.5 milligr. par kilo d'animal; si la dose est moindre, la mort survient plus tard, souvent seulement après des semaines. Dans ces cas, on voit se produire les paralysies spéciales de la diphtérie, mais, par contre, les membranes font défaut.

La valeur étiologique du bacille de *Löffler* n'est pas douteuse. Le rôle du streptocoque qui l'accompagne n'est pas aussi clair; tout ce qu'on sait, c'est qu'il complique le tableau de la diphtérie, et qu'il augmente la gravité de la maladie.

Les maladies des animaux désignées sous le nom de diphtérie, n'ont rien de commun avec la diphtérie de l'homme. Celle-ci ne se développe pas spontanément chez eux.

Répartition géographique de la diphtérie. Il semble que ce n'est que depuis quelques dizaines d'années, que la diphtérie s'est implantée dans l'Europe centrale, avec la gravité qu'elle offre de nos jours. Il est difficile d'établir une statistique exacte, parce que l'on réunit avec la diphtérie, le croup et des processus de nécrose survenant au cours de la scarlatine, et parce que l'on confond avec elle, l'angine folliculaire.

De 1884 à 1886, sur 100,000 habitants des villes, 46 succombèrent à la diphtérie et au croup en Suisse, 52 en Belgique, 63 en Suède, 80 en Autriche, 82 en Italie, 99 en Hongrie et 188 en Allemagne. Parmi les pays de l'empire allemand, c'est la Saxe qui a été principalement éprouvée dans ces dernières années; en Prusse, la zone la plus fortement frappée s'étend entre Ems et l'Oder. Pour beaucoup d'auteurs, un temps humide et froid, pour d'autres, des changements brusques de température exercent une influence sur la propagation de la maladie. Une opinion très répandue est que la diphtérie serait plus fréquente à la campagne qu'en ville. En ce qui concerne l'âge, c'est pendant les premières années de la vie que la prédisposition est particulièrement développée. *Thursfield* a réuni 10,000 cas de diphtérie qui se répartissent de la

manière suivante : 9 % de 0 à 1 an, 45 % de 2 à 5 ans, 26 % de 6 à 10 ans, 9 % de 10 à 15 ans, 11 % à un âge plus avancé. (Voir le diagramme *fig. 106*).

Modes d'infection et prophylaxie. — Si l'on songe que la maladie atteint principalement les enfants, on conçoit que la transmission peut s'opérer très facilement de bouche à bouche. Les enfants portent dans leur bouche des jouets, des aliments qui deviennent des moyens de transport direct des germes. Le bacille diphtéritique contenu dans la gorge peut être rejeté sur des ustensiles divers, sur les linges, les habillements, les lits, les meubles, les murs, les planchers. Quand il est soumis à la dessiccation il se répand dans l'air avec la poussière et cet air arrivant au contact des parois du pharynx, le dépose dans son siége de prédilection. La grande résistance du germe de la diphtérie explique comment des objets ou des localités qui en ont été une fois infectés, deviennent un foyer de la maladie.

Prophylaxie L'isolement sévère des diphtéritiques ainsi que la désinfection soigneuse des produits expectorés, des locaux et de tous les objets qui ont été au contact du malade, constituent des mesures absolument nécessaires.

Nous avons exposé, à maintes reprises déjà, la façon de pratiquer la désinfection ; nous attirerons cependant l'attention sur deux points : 1° en raison de la résistance du bacille diphtéritique, la désinfection devra être énergique; elle portera spécialement sur les planchers qui sont souvent infectés par les produits expectorés et sur les joints qui s'y rencontrent; 2° le bacille étant extrêmement sensible à l'action du sublimé, ce désinfectant mérite la préférence.

La fréquence de la diphtérie dans les maisons humides et sombres doit être attribuée à ce que les bacilles maintenus dans un milieu humide, conservent plus longtemps leurs propriétés infectieuses. On soignera donc tout spécialement l'aération et l'éclairage des habitations. Les lésions des muqueuses semblant favoriser la pénétration des germes, il est à recommander, en temps d'épidémies, de faire gargariser plusieurs fois par jour les enfants, pour autant qu'ils puissent le faire, avec une eau aromatisée et, quand ils sont plus grands, avec une solution de sublimé (à 1/10,000).

En Prusse, une ordonnance ministérielle du 1er avril 1884 prescrit aux médecins de faire la déclaration des cas de diphtérie grave qui se propagent d'une façon épidémique.

5) Les complications infectieuses des plaies.

Lister avait affirmé qu'une plaie guérit sans complication, même sans la moindre suppuration, quand on la met à l'abri des microorganismes. Les mesures prises pour réaliser ce désidératum, ont eu pour conséquence la disparition de la pourriture d'hôpital et une diminution de la suppuration dépassant tout ce que l'on avait jamais osé espérer.

Plus tard, on vit que, même alors que les pansements de *Lister* n'avaient pas écarté absolument tous les microorganismes, il ne se produisait pas nécessairement de l'inflammation ou de la suppuration; on en tira la conclusion que ce sont des bactéries déterminées qui engendrent ces complications.

Les germes de la suppuration. Le microorganisme qu'on rencontre le plus fréquemment dans les plaies en suppuration est le staphylococcus pyogènes aureus. Il se présente sous l'aspect de coccus arrondis, se colorant bien par les couleurs d'aniline ordinaire et par la méthode de *Gram*, et disposés en amas entre les cellules ou dans ces dernières. On en obtient facilement des cultures pures; il se développe sur plaques de gélatine nutritive en colonies grenues, brunes, à bords mal limités qui liquéfient le milieu de culture. La coloration jaune apparaît bien et rapidement dans les cultures sur agar et sur pommes de terre; celles-ci dégagent, en outre, une odeur aigrelette très caractérisée.

Le staphylococcus pyogènes albus représente une variété de l'aureus. Sur 5 cas de suppuration, il y en a peut être bien 4 qui sont produits par l'aureus et un qui est dû à l'albus. Le staphylococcus pyogenes citreus est beaucoup plus rare que les deux précédents. Dans un petit nombre de cas, on a trouvé, dans des abcès siégeant au voisinage de l'anus, un bacille répandant une odeur extrêmement désagréable, le bacillus pyogenes fœtidus. Par ci par là, on a observé un petit bâtonnet grêle, le bacillus pyogenes tenuis, dont la nature n'est pas bien établie : on ne sait s'il forme une espèce à part ou s'il ne représente pas le

germe doué de propriétés phlogogènes toutes particulières qu'on appelle le bacillus pneumoniæ de *Fränkel*.

Outre les microorganismes que nous venons de citer, il y a encore une espèce qui se rencontre fréquemment : le streptococcus pyogènes. On trouve dans le pus, des coccus qui n'ont pas tous identiquement les mêmes dimensions, disposés par groupes de 2 à 20 et plus, sous forme de chapelets. Ils se développent lentement sur la gélatine et y produisent des colonies opaques qui restent petites et ne liquéfient pas le milieu; sur agar et sur serum, dans l'étuve à incubation, ils se développent sous l'aspect d'une couche mince, grise, qui s'étend peu.

Aucun des microorganismes de la suppuration ne donne naissance à des spores; ils sont néanmoins assez résistants; leur degré de virulence n'est pas très constant.

Des expériences ont démontré d'une façon indubitable, que les coccus n'accompagnent pas simplement la suppuration mais qu'ils en sont réellement la cause.

Suppuration sans microbes.

Existe-t-il une suppuration sans microorganismes? Cette question a fait l'objet d'une discussion approfondie qui s'est prolongée pendant un an. La conclusion a été qu'on peut, à l'aide de produits chimiques comme la térébenthine, le mercure, l'huile de croton, la cadavérine, etc., déterminer une migration des leucocytes et leur destruction, c'est-à-dire une suppuration.

Mais ce pus n'est pas capable de produire des métastases et de donner naissance à de nouvelles suppurations; aussi, l'axiome : « sans microorganismes pas de suppuration » reste vrai dans la pratique.

Erésipèle.

L'érésipèle est également produit par des streptocoques qui ne se différencient pas du streptococcus pyogènes. Se basant sur le fait que l'érésipèle développé au niveau d'une tumeur maligne, peut avoir comme conséquence une certaine amélioration de cette dernière, *Fehleisen* inocula dans un carcinome, une culture pure du coccus qu'il avait découvert; il détermina un érésipèle typique, démontrant ainsi la signification étiologique du streptocoque. Dans certaines circonstances, ces mêmes coccus peuvent provoquer de la suppuration. La question de savoir si le streptocoque de l'érésipèle et

celui de la suppuration constituent des organismes différents n'est pas encore tranchée d'une manière définitive.

Action des coccus du pus. D'une manière générale, les staphylocoques se rencontrent dans les abcès pustuleux, les furoncles, etc.; ce sont eux également qui déterminent l'endocardite ulcéreuse et végétante, ainsi que l'ont démontré les constatations faites chez l'homme et les expériences sur les animaux. Dans les suppurations à caractère progressif et offrant des tendances aux métastases, et principalement dans la fièvre puerpérale, c'est surtout le streptocoque qui intervient.

Les germes de la suppuration exercent leur action au niveau des plaies et c'est à la connaissance de ce fait que la chirurgie doit les progrès accomplis dans ces dernières dizaines d'années.

Il n'y a à signaler ici d'une façon spéciale qu'une complication infectieuse des plaies : la fièvre puerpérale. Autrefois cette maladie emportait, à certaines époques et dans certaines localités, plus de 10 % des accouchées; aujourd'hui, la mortalité est descendue, même dans les maternités, à moins de 1 % et jusqu'en dessous de 01 %.

C'était un fait frappant, que la fréquence beaucoup plus grande de la fièvre puerpérale dans les maternités et les villes, que dans les campagnes. *Semmelweis* en donna la raison : il prétendit (1847) que la maladie était transportée aux accouchées par le personnel médical et hospitalier. Son opinion, accueillie d'abord par des railleries, a été reconnue parfaitement exacte. Les germes de la suppuration, les streptocoques peuvent, en effet, être transportés par les doigts ou les instruments dans la matrice dont les tissus sont à vif, ou dans des plaies du vagin. Le tissu lâche de ces parties offre les conditions les plus favorables au développement des microbes introduits; on voit ainsi se produire facilement une de ces inflammations fréquentes de la matrice et des tissus qui l'entourent, et il n'est pas rare que ces inflammations soient suivies de l'infection générale.

Les coccus peuvent se fixer sur les doigts et sur les instruments; il est donc nécessaire, avant de procéder à un examen chez une femme en couches, de les nettoyer et de les désinfecter avec le plus grand soin.

Les microbes pathogènes peuvent également exister dans le vagin; on y a maintes fois trouvé des streptocoques qui ne différaient en rien des germes de la suppuration ou de ceux de l'érésipèle. On n'est pas toujours parvenu, il est vrai, à produire à l'aide de ces microbes, de la suppuration chez les animaux, mais cela ne prouve absolument pas contre leur spécificité, car la virulence des germes de suppuration varie beaucoup et de plus, les animaux sont, d'une manière générale, très résistants à l'action des streptocoques. Il faut éviter d'entraîner ces microorganismes, lors des examens et des opérations, et de les transporter dans la matrice ou dans les petites plaies du vagin, phénomène auquel on a donné, assez improprement, le nom d'auto-infection. Dans ce but, on fait bien, avant le premier examen, par conséquent avant l'accouchement, de nettoyer et désinfecter complètement les parties génitales externes et le vagin; on y réussit le mieux, en nettoyant le vagin à l'aide de la main et en frottant autant que possible les replis de la muqueuse sous un courant abondant de liquide désinfectant. Une simple irrigation n'a aucun effet.

Si l'on ne veut pas charger les accoucheuses de ces nettoyages prophylactiques, parce qu'ils pourraient devenir dangereux dans leurs mains, on leur ordonne d'examiner le moins possible les femmes en couches.

Certains Etats ont édicté des instructions dans le but de prévenir le développement de la fièvre puerpérale, qui occasionne encore toujours des ravages considérables (dans le courant de l'année 1878, par exemple, en Prusse, environ 6000 femmes ont succombé à cette maladie). L'ordonnance du ministère prussien du 22 novembre 1886 contient dans son « Instruction aux accoucheuses sur la prophylaxie de la fièvre puerpérale » des prescriptions très claires et détaillées.

6) Les maladies vénériennes.

Gonorrhée. Les germes des maladies vénériennes. *Neisser* a découvert dans le pus de la gonorrhée des coccus qui, disposés par deux et aplatis sur l'une de leurs faces, présentent la forme de biscuits.

Le plus souvent, ils se trouvent en groupes plus ou moins nombreux, dans le protoplasme des cellules, qu'ils finissent

par détruire. On ne sait pas encore bien comment les microbes dépourvus de mobilité, pénètrent dans les cellules. Ils se colorent à la façon ordinaire par les couleurs d'aniline. On réussit à les cultiver, à la température d'incubation, sur le serum du sang humain. L'injection d'une culture pure dans l'urèthre d'un homme, a déterminé une gonorrhée, preuve que le microbe est réellement la cause de la maladie. Il existe bien dans l'urèthre, d'autres coccus en forme de biscuit qui ne sont pas pathogènes, mais les gonocoques s'en différencient principalement par leur siège dans l'intérieur des cellules et par leur défaut de développement sur les milieux nutritifs ordinaires.

Les germes du chancre mou sont encore absolument inconnus. Chancre mou.

Dans la syphilis, *Lustgarten* a démontré le premier la présence de bâtonnets spéciaux dans les cellules des tumeurs gommeuses profondes. Ces bâtonnets sont peu nombreux, longs, minces et un peu recourbés. Ils se colorent par des méthodes spéciales indiquées par *Lustgarten*, *Gottstein* et *Giacomi*. Cependant on peut faire diverses objections à la valeur étiologique de ces bacilles. Syphilis.

Tout d'abord, un grand nombre d'observateurs très expérimentés ne les ont pas trouvés malgré des recherches laborieuses. Ensuite *Alvarez* et *Tavel* ont constaté régulièrement, dans le smegma préputial et vulvaire de personnes absolument saines, des bacilles qui ne se différencient pas de celui de *Lustgarten*. Les essais de culture ont complètement échoué pour les deux sortes de microorganismes. Aucun animal ne possède de la réceptivité pour la syphilis, de sorte que l'expérimentation sur les animaux est également infructueuse. Il est possible que le bacille de *Lustgarten* joue un rôle dans la syphilis : c'est tout ce qu'il est permis de dire actuellement.

La syphilis est répandue sur toutes les contrées du globe. Il n'existe pas de différence de réceptivité notable entre les diverses races de l'espèce humaine. On a souvent prétendu que le virus était plus dangereux dans certaines régions. Cette opinion est erronée; il se présente bien dans quelques endroits, des formes graves en grand nombre, seulement cela ne tient pas à la syphilis elle-même, mais à un traitement insuffisant

de la maladie : le virus est partout identique. Par contre, il semble exister, jusqu'à un certain point, une prédisposition individuelle pour les maladies vénériennes.

Infection directe. L'infection s'opère presqu'exclusivement par transmission directe ; dans des cas très rares, elle se fait par l'intermédiaire d'objets qui avaient été en contact avec un malade.

Hérédité. La syphilis peut être transmise à l'enfant aussi bien par le père que par la mère.

La prophylaxie doit avoir principalement en vue les rapports sexuels. On peut admettre que, dans certains cas, le lavage avec des désinfectants faibles, après un coït suspect, emporte ou tue les germes morbifiques déposés sur les organes.

La suppression de la prostitution est un desideratum impossible à réaliser; mais une surveillance attentive peut restreindre la propagation des maladies vénériennes.

Les prostituées vivent réunies dans des maisons spéciales (maisons de prostitution) ou bien elles habitent librement dans des quartiers ou appartements au milieu du reste de la population. On constate que là où il existe des maisons de prostitution, avec visite médicale obligatoire et hospitalisation forcée des femmes malades, les infections syphilitiques sont moins fréquentes. Le nombre des gonorrhées, par contre, diminue peu, parce que cette maladie peut être plus facilement cachée au médecin.

Il serait à désirer que la loi punît les hommes qui se livrent au coït, alors qu'ils se savent atteints de maladies vénériennes.

7) **Les zoonoses.**

Parmi les maladies des animaux, il en est quelques-unes qu'il n'est pas rare de voir se transmettre à l'homme.

1° Le **charbon** est produit par des bacilles volumineux, à bords nets. Ces bâtonnets sont souvent réunis en filaments. L'âge ou une mauvaise nutrition leur fait perdre leur forme ; ils présentent alors des renflements et se colorent moins bien, tandis qu'à l'état normal, ils prennent aisément les couleurs ordinaires d'aniline.

Conditions de croissance. Sur plaques de gélatine, il se développe des colonies liquéfiantes présentant des filaments enchevêtrés au centre et régulièrement ondulés à la périphérie. Sur agar, sérum sanguin et

pommes de terre, ils produisent des masses gris-blanches, comme traversées par de fines trabécules. Les bacilles sont dépourvus de mobilité, et, à une température minima de 18°, ils donnent naissance à des spores endogènes très résistantes. Alors que le bâtonnet est tué à 60°, la spore supporte l'action de la vapeur d'eau à 100° pendant environ 5 minutes. Le bacille du charbon dépourvu de spores succombe déjà au bout de 2 heures dans une solution de sel marin (saumure), tandis que quand il est sporulé, il y reste vivant pendant des mois. Dans les cadavres en putréfaction, on a vu le bacille se conserver au maximum 18 jours, alors que des spores introduites artificiellement s'y maintiennent plus longtemps en vie.

Infection.

L'infection se fait : 1° par des plaies : c'est ainsi que se développe chez l'homme, l'anthrax charbonneux. Les piqûres d'insectes peuvent également inoculer la maladie; 2° par l'intestin. Dans les conditions normales, les bacilles sont digérés dans l'estomac; mais les spores traversent celui-ci et donnent naissance à des bacilles dans l'intestin. Là, ces derniers déterminent un ramollissement de l'épithélium et gagnent, en se multipliant, les voies lymphatiques et sanguines; l'infection générale est alors déclarée; 3° par les poumons. Les spores pénètrent dans le tissu sans occasionner de réaction, puis elles germent et déterminent une maladie mortelle; les bacilles, au contraire, d'après les recherches de *Büchner*, produisent une réaction inflammatoire qui, dans beaucoup de cas, entraîne leur mort. Le charbon développé dans les voies pulmonaires se présente sous l'aspect de la maladie des chiffonniers (V. page 320).

Mode d'action.

Dans l'organisme charbonneux, les bâtonnets se rencontrent en nombre prodigieux dans les capillaires. Cependant ce n'est pas par leur masse mais par la sécrétion d'une toxalbumine qu'ils déterminent leurs effets nuisibles.

Le bacille du charbon a été observé tout d'abord par *Pollender*, puis par *Brauell* (*). L'étiologie de l'affection a été

(*) Si les auteurs allemands attribuent à leurs compatriotes l'honneur d'avoir les premiers constaté l'existence des bacilles du charbon, en France par contre, on soutient avec la plus grande énergie que cet honneur revient à deux Français : *Davaine* et *Rayer*, leurs observations datant de 1850, alors que celles de *Pollender* datent de 1855 et celles de *Brauell* de 1857 (N. des T.).

étudiée par divers auteurs, mais principalement par *Pasteur* et *R. Koch*.

Distribution géographique. Le charbon paraît répandu sur toute la surface du globe; cependant, il y a certaines contrées où il est particulièrement fréquent. D'après les recherches de *Koch*, on peut admettre que le bacille du charbon vit surtout à l'état de saprophyte et que c'est seulement dans certaines circonstances qu'il passe dans l'organisme des animaux et de là dans celui de l'homme. Les personnes les plus exposées à contracter la maladie, sont celles qui sont en contact avec les animaux ou avec les cadavres charbonneux.

Vaccination La vaccination anticharbonneuse des moutons n'est à recommander que là où la mortalité dépasse 1 %, parce que l'inoculation elle-même est suivie d'une mortalité de 0,5 à 1 %. Chez les bêtes bovines, cette mortalité à la suite de vaccination est beaucoup moindre. L'efficacité de l'inoculation préventive semble ne pas se prolonger au delà d'un an. Les animaux prédisposés à contracter le charbon sont, en première ligne, les moutons, puis les bovidés, les chevreuils, les cerfs, etc.

Prophylaxie Les mesures destinées à prévenir le développement de cette affection chez l'homme et les animaux, sont exposées dans la loi de l'empire allemand sur les épizooties du 23 juin 1880. Cette loi défend la vente ou l'utilisation des parties ou des produits provenant d'animaux charbonneux ou suspects de l'être; elle prescrit de prévenir les personnes appelées à se trouver en contact avec ces animaux du danger auquel elles sont exposées. Le sang, les excréments d'animaux malades doivent être enfouis profondément et les cadavres, après qu'on leur a fait des incisions cruciformes dans la peau, enterrés à 1.5 m. de profondeur, ou bien détruits par des procédés chimiques.

L'écurie et les ustensiles qui ont été contaminés par les animaux malades, doivent être désinfectés à fond. Il faut livrer au feu les pièces de pansement et les vêtements contaminés.

Bacilles de la morve. 2° La **Morve**. Le germe de la morve est un bacille grêle. Il se développe bien à une température supérieure à 25° C. sur agar et sur sérum, en formant une couche luisante, humide, d'un gris-jaunâtre; sur pommes de terre il donne naissance à un dépôt d'une coloration qui va du brun-jaune au brun-rouge.

Ce microbe se colore le mieux par la fuchsine phéniquée, et il se décolore de préférence dans de l'eau légèrement acidulée. Les bacilles de la morve sont souvent difficiles à trouver dans les tissus; ils sont isolés entre les cellules ou réunis en petits groupes dans les cellules elles-mêmes. Ils sont dépourvus de mobilité et ne forment probablement pas de spores.

On s'assure que l'on a affaire à la morve, en inoculant des souris des champs qui meurent après quelques jours, ou bien des cobayes; ceux-ci présentent à la suite de cette inoculation un gonflement considérable des glandes lymphatiques et du testicule et la mort arrive au bout de quelques semaines. Au point de vue anatomo-pathologique, la production de tubercules et leur fonte constituent les lésions les plus saillantes.

La morve se montre principalement chez les solipèdes, puis chez les chèvres, les moutons et dans la race féline.

Le germe de la maladie s'introduit par la respiration ou par une plaie. Il n'est pas rare de voir l'affection se développer chez les animaux de ménagerie nourris de viande de cheval : c'est là un fait qui plaide en faveur de l'infection par le tube intestinal; faut-il toujours de petites solutions de continuité pour que l'éclosion de la morve soit possible, ou bien le bacille traverse-t-il l'épithélium intact? on l'ignore.

Les mesures à opposer à la propagation de la morve sont contenues dans la loi sur les épizooties : abattage des animaux malades, isolement de ceux qui sont suspects, désinfection à fond de l'écurie, incinération des objets en bois et des harnais, enlèvement du crépissage à la chaux, etc. Le propriétaire et les domestiques qui soignent les animaux malades ou suspects, doivent être prévenus du danger de contamination, et les personnes qui portent des plaies aux mains ou à d'autres parties découvertes du corps, ne peuvent pas être employées pour soigner ces animaux. Dans les cas douteux de morve chez les animaux et chez l'homme, l'inoculation à des cobayes rend service pour éclairer le diagnostic. Prophylaxie.

3) La **pommelière** a été traitée à propos de la tuberculose humaine.

4) Nous avons déjà parlé également de la **rage**; ajoutons ici que les cas de rage chez l'homme sont rares en Allemagne; dans ces derniers temps, 5 cas en moyenne ont été signalés par

année. La maladie se montre presque exclusivement dans le voisinage des frontières. Le port obligatoire de la muselière et l'établissement d'un impôt élevé sur les chiens, constituent les meilleures mesures prophylactiques.

Dans les cas où le diagnostic est douteux, l'inoculation des lapins sous la dure-mère peut fournir des éclaircissements. Comme moyen thérapeutique, il n'y a à signaler que l'inoculation d'après la méthode de *Pasteur*.

8. Les protozoaires comme germes de maladies.

Il existe une série de maladies infectieuses dont les germes ne sont pas encore connus. Il est probable que ces germes ne sont pas des bactéries mais des êtres vivants appartenant à une autre classe, les protozoaires. *Leuckart* range parmi ces derniers les infusoires, les sporozoaires et les sarcodines.

Infusoires. Dans le groupe des infusoires, on rencontre les flagellats que l'on trouve parfois dans des diarrhées chroniques, dans les flueurs blanches invétérées, ou dans la stomatite ulcéreuse; mais il est permis d'admettre que dans ces cas ils vivent simplement là à l'état de saprophytes. *L. Pfeiffer* attribue à des flagellats une sorte de diphtérie chez les pigeons.

Sporozoaires. Le groupe des sporozoaires contient un grand nombre de parasites dangereux pour l'hôte qui les porte. Tel est par exemple le coccidium oviforme qui se loge dans l'épithélium des conduits hépatiques du lapin.

On trouve des coccidies dans les globules rouges de beaucoup d'animaux à sang froid et de maints oiseaux de proie. Parmi les microsporidés, se range un sporozoaire trouvé et parfaitement décrit par *Pasteur* chez le ver à soie et produisant la redoutable maladie appelée pébrine. Il n'est pas rare de rencontrer des myxosporidés dans la chair de poisson. Enfin les tubes de *Miescher* de la viande de porc appartiennent aux sarcosporidés *(Fig. 34*, p. 134).

Sarcodines. Des trois principales sortes d'animalcules sarcodés : les radiolaires, les héliozoaires et les rhizopodes, ce sont surtout les derniers qui intéressent actuellement le médecin, parce que c'est parmi eux qu'on trouve le germe d'une maladie qui, chaque année, emporte des milliers d'existences : la dysenterie.

La **dysenterie** est due à des amibes. *Lœsch* les a signalées le premier; *Koch* rappela ensuite l'attention sur ces germes et enfin *Kartulis* a démontré leur présence dans 150 cas de dysenterie des tropiques, tandis que dans 30 cas d'autres maladies, il ne les constatait pas. D'autres observateurs ont montré dans la suite que les mêmes protozoaires existent dans la dysenterie de nos pays.

Les amibes sont constituées par un protoplasme muqueux, très granuleux, contenant un assez gros noyau et quelques vacuoles et prenant facilement les couleurs d'aniline, sauf au niveau des vacuoles. On observe bien leurs mouvements en examinant, sur un porte-objet chauffé, des flocons muqueux de selles fraîches. Ces organismes se rencontrent à la base des ulcères et dans la sous-muqueuse sur le pourtour de ces derniers. On peut considérer avec grande probabilité, les amibes comme la cause de la dysenterie. Jusqu'à quel point les coccus du pus observés dans les ulcères ainsi que dans les abcès du foie, qu'il n'est pas rare de voir survenir après la dysenterie, exercent-ils une influence sur le processus morbide? C'est là un point qui n'est pas complètement élucidé. On ne sait pas davantage comment les amibes pénètrent dans l'intestin et pourquoi elles choisissent comme siège, précisément sa partie inférieure. Les amibes.

La dysenterie est répandue sur toute la surface du globe; mais elle se montre avec un caractère de gravité plus grand, dans les régions tropicales et sous-tropicales. L'été et le commencement du printemps sont les saisons pendant lesquelles elle a le plus de tendance à se développer. En 1870-71, l'armée allemande a perdu 2.000 hommes par suite de dysenterie. Distribution géographique.

Les germes infectieux étant contenus dans les selles, c'est sur ces dernières que la désinfection doit porter avant tout. D'après une opinion généralement admise, les troubles digestifs, les catarrhes de l'intestin, qu'ils soient dus à un refroidissement ou à l'introduction de substances alimentaires de mauvaise qualité, constituent des causes prédisposantes; il importe donc de les éviter le plus possible et, en cas de catarrhe intestinal, de recourir aussitôt aux soins d'un médecin. Pour le reste, les mesures prophylactiques individuelles sont les mêmes que pour le choléra et le typhus. Prophylaxie.

La **malaria** est également due à des protozoaires. *Laveran* d'abord, *Richard* ensuite, avaient remarqué dans le sang des malades atteints de malaria, des corps tout spéciaux. Des observateurs italiens, surtout *Marchiafava* et *Celli*, *Golgi* et d'autres ont confirmé et complété cette découverte.

Amibes. Quand on examine le sang frais de sujets atteints de malaria, on voit dans un nombre plus ou moins considérable de globules rouges, des disques clairs, mobiles et irréguliers. Ces disques augmentent insensiblement de volume et finissent par remplir tout le globule de telle façon qu'il ne reste de celui-ci qu'une paroi mince; l'hémoglobine transformée en mélanine, est répartie en petits amas, dans la substance des protozoaires. Lorsque ceux-ci ont atteint leur entier développement, ils commencent à se segmenter à la périphérie et prennent l'aspect d'une fleur de marguerite (sporulation). La mélanine occupe alors le centre, sous forme d'un petit amas, entre les divers segments. Ces derniers s'arrondissent et s'échappent enfin du corpuscule sanguin frappé de mort. Arrivés dans le sang, ils vivent libres pendant un petit temps; dans certains cas ils forment, durant ce stade, des flagellats qui pénètrent à leur tour dans les globules rouges et recommencent la même évolution.

Valeur étiologique. Ces protozoaires (amibes, sporozoaires, hématozoaires) se rencontrent d'une façon constante dans la malaria, et jamais dans d'autres affections; leur valeur étiologique ne peut être discutée. Une autre question se pose : existe-t-il une relation entre l'accès de fièvre et une phase déterminée du développement du parasite, ainsi que le prétendent *Golgi* et d'autres, et les différentes formes de la malaria sont-elles dues à des microorganismes différents ou bien à des stades du développement d'un même microorganisme? Cette dernière opinion paraît être exacte pour la cachexie intermittente. Plus la maladie dure longtemps et plus les formes que nous venons de décrire disparaissent et, à leur place, on voit apparaître des corps semilunaires qui en dérivent certainement.

Formes diverses de la malaria. Le tableau clinique de la malaria n'est pas toujours identique. On distingue la fièvre intermittente, la fièvre rémittente et la fièvre continue. C'est une opinion très répandue que les deux dernières dériveraient de la première ou se retransformeraient dans celle-ci, c'est-à-dire que les fièvres rémittente et

continue ne seraient guère autre chose qu'une « fièvre intermittente condensée ».

Il est incontestable que cette transformation d'une forme dans l'autre arrive, mais il est également certain que souvent elle n'a pas lieu. Il y a même des localités (*) où la fièvre intermittente ne s'observe généralement pas, et où la fièvre rémittente est endémique, et d'autre part, on voit fréquemment apparaître la fièvre intermittente seule, sans fièvre rémittente. L'action spécifique de la quinine contre la fièvre intermittente et son inefficacité absolue dans la fièvre rémittente et la fièvre continue plaident également contre l'unité des affections malariques. Ce que l'on désigne actuellement sous le nom de « malaria », pourrait bien être une réunion de maladies, comme il en était, il y a 50 ans, de ce qu'on appelait « typhus. » Il est à espérer qu'on réussira, par la découverte de germes différents ou de degrés divers de virulence d'un même germe, à dissiper l'obscurité qui règne encore dans la question.

Malaria et sol.

Nous avons exposé, p. 105, les rapports qui existent entre la malaria et le sol. On ignore comment le germe de la malaria quitte le sol, et comment il pénètre dans l'organisme de l'homme. L'apparition de la maladie chez les ouvriers qui travaillent la terre s'explique peut-être par l'introduction de petites particules de terre dans la bouche à la suite d'une circonstance quelconque, par exemple, au moment des repas. On a également, dans certains cas, incriminé l'usage de l'eau. La transmission par l'air est généralement admise. Cependant l'air du sol ne peut pas plus entraîner les protozoaires que les bactéries et le vent est incapable d'emporter des particules d'une surface humide. Aussi admet-on assez généralement que des insectes, les mouches, les moustiques servent d'intermédiaires. On n'aura des notions certaines à ce sujet, que quand on aura réussi à cultiver les germes de la malaria en dehors du corps humain, quand on connaîtra les conditions nécessaires à leur existence et qu'on aura découvert, le cas échéant, les hôtes intermédiaires.

Prophylaxie.

La prophylaxie consiste, tout d'abord, à rendre les germes inoffensifs. Pour cela il faut tenir compte de leurs conditions

(*) J'ai constaté moi-même ce fait sur les côtes de la Chine.

d'existence. Comme les protozoaires de la malaria ne supportent ni grande humidité ni grande sécheresse, on peut arriver à un bon résultat aussi bien en inondant des terrains riches en germes qu'en les desséchant.

Dans beaucoup d'endroits, par exemple, à Wilhelmshaven, le remblaiement des terrains contenant les protozoaires de la malaria à l'aide de sable, a fait disparaître la maladie. Quand, dans une localité où règne la maladie, on élève des constructions suivant toutes les règles de l'hygiène, on arrive généralement au même résultat. En Allemagne, la malaria est devenue rare dans ces dernières dizaines d'années.

Dans les pays où la maladie sévit avec gravité, on prendra la précaution de n'utiliser à l'état cru, aucun aliment qui pourrait contenir des germes de malaria et de ne pas boire d'eau de surface. On doit éviter avec le plus grand soin, des écarts dans l'alimentation et dans la boisson. L'expérience a appris que le voisinage du sol est dangereux ; on se conformera par conséquent au précepte généralement admis dans les régions où règne la malaria, de ne pas habiter ni coucher au rez-de-chaussée. La maison sera librement exposée et orientée de façon que l'air provenant des marais à malaria ne transmette pas les germes morbifiques, soit directement, soit par l'intermédiaire d'insectes. On se protége contre ces derniers à l'aide de moustiquaires.

9) **Les maladies exanthématiques.**

Les germes de la variole, de la rougeole, de la scarlatine, du typhus exanthématique ne sont pas connus. Toutes les affections exanthématiques confèrent une immunité généralement d'une durée de plusieurs années. Elles sont contagieuses à un haut degré. La transmission s'opère par le contact, par le séjour dans la chambre d'un malade, par les linges, les habits, etc., qui ont été au contact avec lui ; les personnes bien portantes elles-mêmes, peuvent transporter le germe morbifique (transmission par un tiers).

On ne sait pas, d'une façon certaine, si les malades peuvent déjà transmettre leur affection pendant la période d'incubation, mais la chose est probable.

On doit admettre que les germes sont abandonnés par le

malade sous forme de particules extrêmement ténues qui conservent longtemps leurs propriétés infectieuses.

Nous ne parlerons pas ici de la **variole**, ce sujet étant traité en détail ailleurs.

La **rougeole** semble indépendante des conditions climatériques et locales; sa fréquence dépend simplement du nombre de sujets qui n'ont pas encore subi l'infection. La mortalité est d'environ 3 %. En raison de la grande infectiosité de l'affection et de la prédisposition presque générale à la contracter, il est difficile de l'éviter, et ce n'est que par un isolement très sévère qu'on peut y réussir. Quand on veut en préserver des sujets faibles ou très jeunes, le meilleur moyen est de quitter aussitôt que possible, la localité où la maladie s'est déclarée.

Il est certain que l'affection se propage beaucoup dans les écoles. Les mesures prises par la plupart des Etats pour en défendre la fréquentation aux enfants malades, ainsi qu'à leurs frères et sœurs, sont donc absolument justifiées; quant à la fermeture des écoles, on ne devra y recourir qu'en cas d'épidémie grave.

La **scarlatine**, comme la rougeole, s'observe dans toutes les régions du globe; cependant elle sévit moins sous les tropiques que dans la zone tempérée. Les saisons et les conditions du sol ne semblent pas exercer d'influence sur son étiologie.

En Europe, la maladie fait à peu près partout son apparition tous les deux ans : les cas existant constamment à l'état sporadique donnent naissance à une épidémie, lorsque le nombre de sujets susceptibles de contracter l'affection, c'est-à-dire ne l'ayant pas encore eue, est devenu assez considérable. La mortalité varie de 3 à 30 %. La prédisposition pour la scarlatine est moins générale que pour la rougeole.

Le tableau ci-contre (*Fig. 106*) indique la répartition de la scarlatine et de la diphtérie suivant les âges; il porte sur 1000 décès survenus à Berlin par suite de diphtérie (—) de 1874 à 1883, et par suite de scarlatine (----) de 1879 à 1882.

Les symptômes locaux dans la gorge et les voies respiratoires supérieures, sont-ils dus à une pénétration des germes en ces endroits? La question n'est pas résolue; on ne peut nier que, dans beaucoup de cas, c'est par la respiration que l'infection

s'opère. Quelques épidémies ont été attribuées à l'usage du lait. La scarlatine ne se développe pas chez les animaux, mais les germes provenant d'un malade peuvent être introduits dans du lait.

Prophylaxie. La scarlatine est beaucoup plus grave que la rougeole; les mesures prophylactiques doivent donc être plus sévères que pour cette dernière.

L'isolement immédiat des malades, surtout leur envoi à l'hôpital, et une désinfection soigneuse des appartements qu'ils ont occupés constituent les principales précautions à prendre.

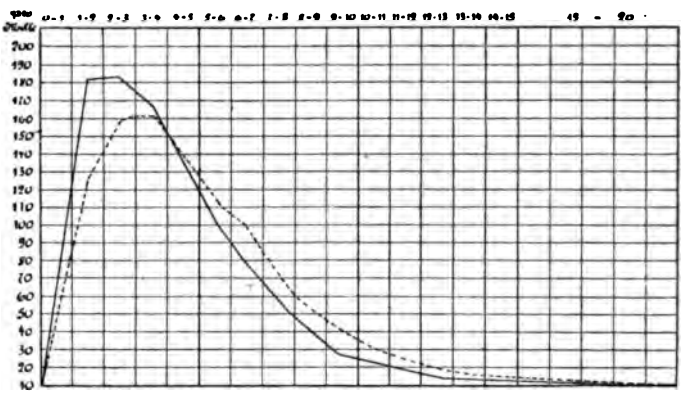


Fig. 106.

Lorsque l'enfant malade reste dans sa famille, il sera absolument séparé, ainsi que les personnes qui le soignent, de toutes les autres personnes de la maison. On donnera au malade des couverts, des objets de toilette, des linges de corps et de lits spéciaux. Un nettoyage humide fréquent de la chambre et des objets qu'elle contient, la destruction des produits d'expectoration, la désinfection soigneuse des selles constituent des mesures indispensables. Les prescriptions réglementaires relatives à la scarlatine répondent à ces exigences.

Il y a de nombreuses raisons pour se conformer à l'ordonnance ministérielle prussienne du 14 juillet 1884 qui prescrit de tenir éloignés des écoles, les enfants atteints de scarlatine, de choléra, de dysenterie, de rougeole, de diphtérie, de variole, de typhus exanthématique et de typhus à rechutes, ainsi que leurs frères et sœurs. On ne leur permet d'y rentrer que sur production d'une attestation du médecin traitant que tout

danger d'infection a disparu, ou bien lorsque le temps considéré comme durée normale de la maladie est écoulé. Cette durée normale est évaluée pour la variole et la scarlatine à 6 semaines, pour la rougeole à 4 semaines. On ne laisse rentrer dans leurs foyers les élèves des internats, que quand le médecin a déclaré qu'il n'existe plus de danger de transmission de la maladie. Lorsqu'il y a imminence d'invasion des maladies épidémiques que nous venons de citer, il importe de veiller d'une manière spéciale à la propreté des écoles et de tout ce qu'elles contiennent. Les autorités s'en réfèrent à l'avis du médecin chargé du service de l'hygiène en ce qui concerne la fermeture des écoles. Avant de les rouvrir, on procède à leur nettoyage et à leur désinfection.

Le **typhus exanthématique** est une maladie qui pénètre ordinairement en Allemagne par les frontières de la Pologne russe. Elle commence par frapper les populations les plus pauvres, les gens sans asile, et ce n'est que petit à petit qu'elle pénètre dans les classes plus élevées de la société. Elle est très contagieuse, aussi les quartiers ouvriers où la population est très dense constituent le terrain le plus propice au développement des épidémies. Une mauvaise alimentation, un travail exagéré, les misères sociales sont des causes prédisposantes.

Voies d'infection et prophylaxie.

Les voies d'infection sont peu connues; elles semblent être identiques à celles que nous avons exposées à propos de la scarlatine et de la rougeole. La prophylaxie consiste dans l'isolement sévère et précoce des malades, dans leur transport à l'hôpital (Règlement du royaume de Prusse du 25 mars 1880), dans un nettoyage à fond et la désinfection des appartements, des vêtements et des ustensiles, et dans la surveillance des personnes qui ont été en contact avec le malade.

Les mauvaises conditions générales qui favorisent l'éclosion de la maladie seront évitées dans la mesure du possible. Les maisons qui se louent par appartements, surtout les hôtels, doivent être surveillés attentivement par la police sanitaire.

On choisira de préférence, comme gardes-malades et infirmiers pour soigner les sujets atteints de typhus exanthématiques, des personnes qui ont déjà été atteintes de cette affection.

Table alphabétique.

A

Abats, 130.
Abattoir, 140.
Abbe (éclairage d'), 347.
Accidents professionnels, 310.
— (assurance contre les), 343.
Acclimatement, 52.
Acide carbonique, 2, 19, 120, 313.
— chlorhydrique, 380.
— nitreux, 4.
— nitrique, 4.
— phénique, 380.
— sulfurique, 380.
Acidification du lait, 143.
Actinomycose, 136.
Adduction de l'eau, 88.
Aérobies (bactéries), 350.
Age scolaire, 300.
— des ouvriers, 307.
Agglomérations urbaines, 187.
Aiguiseurs (phtisie des), 317.
Air (atmosphérique), 1.
— (filtres d'), 24.
— chaud (chauffage à l'), 216.
Aisance (fosses d'), 270.
Albumine, 114.
— circulante, 117.
— des organes, 117.
Alcaloïdes, 165.
Alcool, 53, 168, 332.
Alcoolisme, 171, 332.
Alimentation, 113.
Aliments en particulier, 128.
Allumettes (industrie des), 326.
Altitude (climat d'), 50.
Alun dans la farine, 160.
Amibes (amœbes), 25, 423, 424.
Amidon, 115, 118.
Ammoniaque, 4, 63, 73, 312.
Ammonium (cyanure d'), 246.
Anaérobies (bactéries), 350.
Anémomètre, 17.
Anéroïde (baromètre), 15.
Animales (poussières), 319.
Anthracosis pulmonaire, 317.
Anthropotoxine, 20.
Antozone, 2.
Appareils à désinfection, 383.
Appel par en haut — par en bas, 228.
Appert (procédé d'), 131.
Approvisionnement de l'eau, 76.
Arsenic, 37, 324.
Ascaride lombricoïde, 59.
Asiles d'enfants, 339.
Aspirateurs d'air, 231.
Aspiration (cheminée d'), 229.
Assainissement des rivières, 261.
Assistance publique, 340.
Assurance des ouvriers, 342.
Atmomètre, 9.
Atmosphère, 1.
Atmosphérique (pression), 14, 25.
Atténuation des microbes, 361.
Attitudes vicieuses, 290.
Avoine, 158.
Azote, 1.

B

Babeurre, 155.
Bacilles, 347.
Bactéricide (substance), 358.
Bactéries, 347.
— de l'air, 9.
— de l'eau, 57.
— dans les immondices, 251.
— du sol, 92, 104.
— dans le lait, 143, 145.
Bains, 40.
— d'école, 42.
— douches publics, 41.

Balayures, 250.
Bâtiments scolaires, 293.
Bâtisses (code des) 187, 194.
Berkenfeld (filtre), 88.
Bertier (système), 280.
Besoins alimentaires, 119.
Betel, 167.
Beurre, 154.
— artificiel, 155.
Bienfaisance (institutions de), 340.
Bière, 169.
Blennorrhée, 416.
Bœuf (viande de), 128.
Bois (poussière de), 319.
Bouillon 30,
— de culture, 349.
Breyer (filtre), 87.
Brome, 312.
Bruit, 330.
Bude-Schmidt (étuve de), 384.
Büdenberg (étuve de), 313.

C

Cabinets d'aisance, 270.
Cacao, 166.
Cadavres, 381.
Café, 165.
Caisses de secours, 341.
Caissons, 26.
Calorifères, 208.
Calorimètre, 32.
Calorique (du corps), 22, 28.
— (conduction du), 22.
— (et aliments), 114.
— (rayonnement du), 22.
— (régulation du), 22, 27.
— (sources de), 199.
Canalisation de flottaison, 255.
Canaux d'égouts, 255.
Caoutchouc (vêtements en), 35.
Carbacidomètre, 4.
Carbolique (acide), 380.
Carbonique (acide), 2, 19, 120, 313.
Carne secca, 131.
Casernes, 223.
Caves, 177, 182.
— réfrigérantes, 141.
Caviar, 142.
Céruse, 323.
Chaleur (protection contre la), 197.
— (déperdition de), 198.
— nécessaire, 198.
Chaleur (coup de), 44.
— (sources de), 199.
Chalicose pulmonaire, 318.
Chamberland (filtre), 87.
Champignons, 164.
Chancre 4 7
Chaptalisation du vin, 169.
Charbon, 137 145, 320, 418.
— (bacilles du), 418.
— (poussières de), 316.
Charqui, 131.
Chauffage (genres de), 204.
— (matériaux de), 199.
— local, 204.
— central, 208.
— par l'air chaud, 216.
— par l'eau, 208.
— par la vapeur, 212.
Chaussures, 38.
Chaux (chlorure de), 381.
— (lait de), 381
Cheminées (foyers), 205.
— d'aspiration 228.
Chiffonniers (maladie des), 320.
Chlore, 68, 312, 313.
— (fumigations au), 381.
Chocolat, 166.
Choléra, 57, 58, 107, 146, 392.
— (bacilles du), 392.
Cimetières, 285.
Circulation (ventilation de), 206.
Citernes, 77.
Cités ouvrières, 335.
Clarification, 265.
— (bassins à), 267.
Classe (heures de), 300.
— salles de), 294.
Climats, 49.
Closets (ventilation des), 272.
— à la terre, 278.
Coca, 166.
Coccus, 347.
Colonies scolaires, 339.
Combles, 181.
Comités de salubrité, 375.
Condiments, 164.
Congélation, 43.
Conserves alimentaires, 130.
Contages, 346.
Continental (climat), 49.
Coopératives, 128.
Corset, 38.
Coton, 31, 36.

Coton (poussières de), 319.
Couleurs toxiques, 37, 125.
Coup de chaleur, 44.
— de soleil, 44.
Coupe-air, 259.
Cours, 190.
Crachats (désinfection des), 390.
Crachoirs de poche, 408.
Crèches, 338.
Crémation 286.
Crémomètre, 150.
Crénothrix, 82
Cube d'air 223.
Cuisines (ustensiles de), 124.
— populaires, 128.
Cuisson des aliments, 124.
Cuivre, 125.
Culture des bactéries, 348.
Cysticerques, 135.

D

Décomposition des cadavres, 282.
Déformations professionnelles, 310.
Dépôts mortuaires, 281.
Désinfectants, 380.
Désinfection, 265, 271, 379.
— (étuves à), 382.
Désodorants, 271.
Dessiccation des viandes, 131.
Déversoir de nécessité, 257.
Déviations du rachis, 290.
Dextrose, 15.
Diarrhée des enfants, 144.
Digestibilité, 121.
Diphtérie, 146, 410.
Distillée (eau), 89.
Distomes, 59.
Diviseur (système), 279.
Durée du travail, 308.
Dureté de l'eau, 65.
Dysenterie, 59, 423.
Dyspepsie des nouveaux-nés, 144.

E

Eau, 55.
— (approvisionnement d'), 76.
— (bactéries de l'), 57.
— (évaporation de l'), 34.
— d'égouts, 266.
— hygroscopique, 34.
— (méthode d'examen de l'), 66.
— (provenance de l'), 71.
— distillée, 89.
Eaux ménagères, 250.
— de-vie, 168.
Éboulements, 311.
Ébullition, 382.
Éclairage, 236, 294, 306.
Écoles, 288
— (bains pour), 42.
— gardiennes, 338.
— (mobilier d'), 296.
Écriture (matériel d'), 299.
Égouts, 253.
Éloignement des immondices, 254.
Électrique (lumière), 240, 244, 246.
Enchylostome, 79.
Enfants (travail des), 307.
— (jardins d'), 338.
Entozoaires, 59, 133.
Épices, 164.
Épidémies, 368, 370, 372.
Équilibre d'azote, 117.
Érésipèle, 414.
Espace cubique, 222, 295, 303.
Étain (tuyaux en), 89.
Étamage, 125.
Étoffes imperméables, 35.
— de *Jäger* 35.
Étuves à désinfection, 383.
Évacuation par transport, 270.
Exanthématiques (maladies), 426.
Excitants, 126, 164.
Explosions, 248, 312.
Extraits de viande, 132.

F

Fabriques, 303.
Faim, 113.
Falsifications du lait, 148.
Farine, 157.
Fécales (matières), 249, 271.
— (désinfection des), 389.
Femmes en couches, 310.
Fenêtres, 92.
Fer (poussière de), 317.
Fermen s, 35 .
Feux ouverts, 205.
Filaires, 59.
Filtration, 83.
— des eaux d'égouts, 262.
Filtres, 84, 87.
— pour l'air, 24.
Flanelle, 35.
Fleuves (voir rivières)

Fosses d'aisance, 270.
Frigore (maladies à), 46.
Froid (protection contre le), 198.
Fromages, 156.
Fruits, 164.
Fumage, 131.
Fumée, 201.
Fumier, 249, 254.
Fumigations désinfectantes, 381.
Fumivores (foyers), 201.
Fusel, 168.

G

Galeries, 81.
Gallisation, 169.
Gaz d'éclairage, 241, 247.
— toxiques, 313.
Gélatine, 117.
— nutritive, 349.
Germes infectieux, 346.
Geneste et *Herscher* (étuve de), 386.
Glaces (fabrication des), 325.
Gluten, 159, 160.
Glycoses, 115.
Gonorrhée, 416.
Graisse, 115, 118, 148, 155.
Grêle, 7.
Grisou, 312.
Guérison, 307.
Gullies, 256,
Gymnastique, 300.

H

Habitations, 174, 183, 184.
— ouvrières, 333.
Hauteurs (voir altitude).
Hémoglobine, 18, 26.
Hesse (méthode de), 10.
Hôpitaux, 233.
— de varioleux, 25.
Humidité de l'air, 6, 21.
— des maisons, 175, 178.
— du sol, 98.
Hydrargyrisme, 325.
Hydrocarbonés, 115, 118.
Hydrogène sulfuré, 313.
Hygiène industrielle, 303.
— scolaire, 288.
Hygromètre, 8.
Hygroscopique (eau), 34.

I

Immondices, 249.
Immunité 356, 361.
Imperméables (vêtements), 35.
Inanition, 118.
Industrie minière, 311.
Industrielle (hygiène), 302.
Infections, 47, 193, 250, 281, 288, 316, 338.
Infectieuses (maladies), 346.
Infusoires, 422.
Inhalation des gaz, 312.
— des poussières, 315.
Inhumations, 281.
Inoculations préventives, 361, 362, 377, 420.
Insectes, 370.
Insolation, 44.
Inspecteurs de fabriques, 328.
Inspection des viandes, 140.
Intoxications 55, 125, 139, 144, 204, 247, 252, 323, 328.
Invalides (assurances des), 344.
Irrigation, 268.
Isochimènes (lignes), 13.
Isodynames (substances), 114.
Isolement, 375.
Isothermes (lignes), 13.

J

Jäger (étoffes de), 35
Jardins d'enfants, 338.
Jeux, 300.

L

Lacs (eau des), 76.
Lactobutyromètre, 150.
Lactodensimètre, 149.
Lactoscope, 150.
Ladrerie, 135.
Lahman (reformcoton de), 35.
Laine, 30, 36.
Lait, 142.
— (acidification du), 143.
— (bactéries du), 145.
— (contrôle du), 147.
— (fabrication du), 148.
— (poisons dans le), 144.
— (sucre de), 115.
— battu, 155.
— de chaux, 381.

Lampes, 243.
Latrines, 270.
— (désinfection des), 389.
Législation du travail, 309, 322, 327, 331.
Légumes, 162.
Légumineuses, 161.
Liebig (extrait de), 132.
Liernur (système de), 279.
Lister (pansements de), 43.
Lit, 39.
Livres classiques, 299.
Local (chauffage), 204.
Logements d'ouvriers, 336.
Lordose, 290.
Lumière (voir éclairage).

M

Mal des montagnes, 18.
Malaria, 59, 105, 424.
Malpropreté, 253.
Maltose, 115.
Marche (troupes en), 46.
Marchés, 376.
Margarine, 155.
Maritime (climat), 49.
Masses (alimentation des), 126.
Maté, 166.
Masques (voir respirateurs).
Matériel d'instruction, 299.
Maternités, 415.
Matières organiques, 5, 19, 69, 92.
Ménages ouvriers, 332.
Mercure, 325.
Microorganismes dans l'air, 9 — dans les immondices, 251 — dans le sol, 92, 104. — de la décomposition, 282 — dans la viande, 136 — dans le sol, 92, 104. — dans le lait, 143, 145 — culture des, 348 — parasites, 351 — saprophytes, 351.
Miliaire (tuberculose), 403.
Minéraux (acides), 380.
Mines, 311.
Mobilier scolaire, 296.
Montagnes (mal des), 18.
Morbidité, 302.
Mortalité, 302.
— par la tuberculose, 404.
Morts et inhumations, 281.
Mortuaires (dépôts), 281.
Moût, 168.
Moutarde, 165.
Myopie scolaire, 291.

N

Nappe souterraine, 72, 99.
Natation, 40.
Nécrose phosphorée, 327.
Neige, 7.
Nervosité scolaire, 292.
Nicotine, 167.
Nitrique (acide), 4.
Nourriture, 113.
Nuages, 7.

O

Obitoires, 281.
Observation (stations d'), 374.
Odeurs mauvaises, 252, 271, 330.
Œdème malin, 106.
Œufs, 142.
Organiques (substances), 5, 19, 69, 92.
Orientation des habitations, 188.
— des rues, 189.
Ouvriers, 302, 307.
— (enfants des), 307.
— (nourriture des), 331.
— (habitations des), 333.
Oxyde de carbone, 246, 247, 313.
Oxygène, 1.
Oxyure vermiculaire, 59.
Ozone, 2, 18.

P

Paillasse, 39.
Pain, 157.
Pansements antiseptiques, 413.
Parasites, 351.
Pasteurisation du lait, 151.
Patates, 163.
Pathogènes (bactéries), 354.
Pavage, 194.
Peau (soins de la), 40.
Pellagre, 161.
Peptones, 117, 132.
Péripneumonie, 138.
Perméabilité du sol, 96.
Pèse-lait, 149.
Pétiotisation du vin, 169.
Petri (méthode de), 11.
Pétrole, 240, 243, 248.
Phagocitose, 358.

Phénique (acide), 380.
Phénolphtaléine, 4.
Phosphore, 326
Photomètre, 239.
Pierre (poussières de), 318.
Plafonds, 80
Plaies (complications des), 413.
Planchers, 180.
Plâtrage du vin, 169.
Plomb, 89, 125, 323.
Pluviomètre, 9.
Poêles, 205.
Pois, 162.
Poisons (voir intoxication).
Poissons, 29.
Poivre, 163.
Polaire (climat), 50.
Pollution des cours d'eaux, 260.
Pommelière, 136.
Pommes de terre, 158, 163.
Porosité du sol, 96.
Poussières, 9, 24, 203. 22, 315.
— (inhalation des), 315.
Prédisposition, 356.
Préparation des aliments, 124.
Pression atmosphérique, 14, 25.
Principes alimentaires 17.
Privation de nourriture, 118.
Professions (influence des), 302.
Propulseur, 230.
Prostitution, 418.
Protozoaires, 422.
Psychromètre, 9.
Ptomaïnes, 352.
Puerpérale (fièvre), 415.
Puna, 18.
Puits 60, 74, 90.
Pus, 413, 415.
Putréfaction, 352.

Q

Quarantaines, 374.
Quartiers en masse, 336.

R

Races (acclimatement des), 53.
Rage, 138, 377, 421.
Ration alimentaire, 120, 127.
Rayonnement, 12, 33.
Reformcoton, 35.
Réfrigération (conserves par), 132.
Refroidissements, 46.
Régime alimentaire, 122.
Régulation du calorique, 27.
Repos (heures de), 308.
Réservoirs d'eaux, 88.
Respirateurs, 305, 315.
Restaurants populaires, 128.
Rez-de-chaussée, 181.
Rivières, 75, 83, 261.
Riz, 158.
Rosée (point de), 7.
Rougeole, 427.
Rouget du porc, 138.
Rues, 189, 193.
Ruisseaux, 75.

S

Saccharoses, 115.
Salaison, 130.
Sanitaires (comités), 375.
Sapidité, 126.
Saprophytes 351.
Sarcodines, 422.
Sarcosporidées 133.
Saturation hygrométrique, 2, 23.
Saturnisme 323.
Saucissons aux pois, 162.
Scaphandres, 26.
Scarlatine, 427.
Schimmel (étuve de), 385.
Scolaire (hygiène), 288.
Seigle, 158.
— ergoté, 154.
Septicémie, 138, 146.
Sépultures, 281.
Siderose pulmonaire, 317.
Silice (poussière de), 318.
Siphons (voir coupe-air).
Soie, 30.
Soif, 22.
Sol, 92 — (air du), 93, 103 — (bactéries du), 92, 104 — (filtration dans le), 268 — (structure du), 95 — (Température du), 97.
Son dans le pain, 159.
Soupes, 130.
Sources (eau des), 72, 78.
Souterraine eau), 72, 99.
Soxhlet (appareil de), 152.
Spirilles, 347.
Spores, 348.
Sporozoaires, 422.
Staphylococcus, 413.
Stérilisation du lait, 152.

Stomatite aphteuse, 138.
Streptococcus, 414.
Sucres, 115.
Sueur, 29.
Sulfurique (acide), 380.
Suppuration (germes de la), 413.
Surmenage scolaire, 300.
Süvern (masse de), 279.
Syphilis, 417.

T

Tabac, 167.
— (poussières de), 319, 322.
Tables-bancs d'écoles, 297.
Telluriques (maladies), 104, 111.
Température (de l'air), 12, 27 — (du corps), 22, 28 — (de l'eau), 64 — (des habitations), 196 — (variations de la), 46.
Ténia, 134.
Tétanos, 106.
Thé, 165.
Thermomètres, 14, 391.
Tinettes, 278.
Tissus, 30.
Toits, 181, 306.
Tonnes mobiles, 276.
Toxalbumine, 355.
Toxines, 139, 352, 354.
Toxiques (substances), 55, 329.
— (poussières industrielles), 323.
Travail, 119, 307.
Travailleurs (voir ouvriers).
Trichines, 133.
Trichocéphale dispar, 59.
Tropiques, 51, 185.
Trous de révision, 257.
Tuberculose, 136, 145, 399.
— (bacilles de la), 400.
Tuyaux de chute, 272.
— d'évent, 272.
— de révision, 255.
Typhus abdominal, 57, 58, 107, 146, 396.
— exanthématique, 429.
Tyrotoxicon, 144.

U

Urbaines (agglomérations), 187.
Ustensiles de cuisine, 124.

V

Vaccinations, 377, 420.
Vaisselle, 124.
Vapeur (désinfection par la), 382.
Variole, 377.
Varioleux (hôpitaux de), 25.
Vénériennes (maladies), 416.
Ventilateurs, 232.
— (poêles), 206.
Ventilation, 221, 272, 295, 303.
— d'été, 233.
— d'hiver, 234.
— (mesure de la), 234.
Vents, 15.
Vert-de-gris, 125.
Vêtements, 30.
Viandes, 128 — (conserves de), 130 — (extraits de), 132 — (infection des), 133 — (inspection des), 140 — (intoxications par), 139, 353.
Vibrions, 347.
Vidange, 274.
Villes, 187.
Vin, 168.
Vinaigre, 165.
Virulence des bactéries, 364.
Volailles, 129.

W

Wolpert (aspirateur de), 231
Waterclosets (siphons des), 259.

Y

Yams, 163.

Z

Zinc, 173.
— (poussière de), 318.
Zones tempérées, 50.
Zoonoses, 418.